ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಅಆ - ಇಈ

ಜೆರೋಮ್ ಎಸ್. ಮೇಯರ್

ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಅಆ - ಇಈ

ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಅಆ–ಇಈ

ಜೆರೋಮ್ ಎಸ್. ಮೇಯರ್

ಅನುವಾದ

ಯು. ಎಲ್. ಆಚಾರ್ಯ

ಗೀತಾ ಬುಕ್ ಹೌಸ್

ಮೈಸೂರು

THE ABC OF PHYSICS by JEROME S. MEYER
Published by Pyramid Publications, Inc., New York
Translation into Kannada by Prof. U. L. Acharya
This Edition Published by Geetha Book House, Mysore
First Published 1969

PRINTED AT MANIPAL POWER PRESS, MANIPAL (S. K.) (MYSORE STATE)

ಮುನ್ನುಡಿ

ಇತ್ತೀಚೆಗಿನ ದಶಕಗಳಲ್ಲಿ ಮನುಷ್ಯನ ನಿತ್ಯಜೀವನವೇ – ಜೀವಿಸುವ ಬಗ್ಗೆ ಆತನು ನಿರ್ವಹಿಸತಕ್ಕ ಚಲನವಲನ, ವ್ಯಾಪಾರಗಳೆಲ್ಲವೂ—ದೊಡ್ಡ ಸಮಸ್ಯೆಯಾಗುತ್ತಲಿದೆ. ಈ ಸಮಸ್ಯೆಯ ನಿವಾರಣೆಯಲ್ಲೇ ಮನುಷ್ಯನ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಮಯ ಕಳೆದುಹೋಗುತ್ತಿದೆ; ಬಿಡುವಿನ ಸಮಯವೇ ಸಿಗುತ್ತಲಿಲ್ಲ; ಸಿಕ್ಕರೂ ಅದನ್ನು ಆತ ಕಲ್ಪನೆಯ ಲೋಕವನ್ನಾಶ್ರಯಿಸಿ, ಕಥೆ-ಕಾದಂಬರಿಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದಲೋ ಇಲ್ಲವೆ ನಾಟಕ, ಸಿನೇಮಗಳನ್ನು ಕಂಡುಕೊಳ್ಳುತ್ತಲೋ ನಿತ್ಯಜೀವನದ ಕಠಿಣ ವಾಸ್ತವಿಕತೆಯಿಂದ ದೂರ ತೆರಳಲು ಯತ್ನಿಸುತ್ತಲಿದ್ದಾನೆ. ಬೇಸರವನ್ನು ಕಳೆಯಲು ಈ ಮಾರ್ಗವೇಕೆ? ಎಂಬುದು ನಮ್ಮ ಪ್ರಶ್ನೆ. ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಲಿನ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿನ ಅನೇಕ ವಸ್ತುಗಳ ನಿಜಸ್ಥಿತಿಯು ನಮ್ಮಲ್ಲನೇಕರಿಗೆ ಅರಿವಾಗಿಲ್ಲ. ಇವನ್ನೇತಕ್ಕೆ ನಾವು ಗಮನಿಸಬಾರದು? ಸುತ್ತುಮುತ್ತಲಿನ ನಿಸರ್ಗದಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಕಂಡುಬರುತ್ತಲಿರುವ ವಾಸ್ತವಿಕತೆಯೋ (reality) ಕಲ್ಪನೆಗಿಂತ, ಕಟ್ಟುಕಥೆಗಳಿಗಿಂತೆಲ್ಲಾ ವಿಚಿತ್ರವೂ, ಸ್ವಾರಸ್ಯಮಯವೂ ಆಗಿದೆ ಎಂಬುದು ಸತ್ಯ ವಿಷಯ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಕುಡಿಯುವ ಗ್ಲಾಸು ತುಂಬಾ ನೀರಿದೆ. ಇದು ನೀರು ಮಾತ್ರವೆ? ಅಲ್ಲ; ಇದರಲ್ಲಿ ಅಗೋಚರ ಪ್ರಪಂಚವೊಂದಿದೆ. ಆ ಅಗೋಚರ ವಸ್ತುಗಳ ಕಥೆಯು ಬಹಳ ಸ್ವಾರಸ್ಯಮಯವಾಗಿದೆ. ನಾನು ಮಾತನಾಡುತ್ತೇನೆ. ಮಾತಿನ ಶಬ್ದಗಳ ಕಥೆಯೇ ವಿಚಿತ್ರವಲ್ಲವೇ? ಕಾಫಿಯನ್ನು ಕುಡಿಯುವಾಗ, ಅದರ ರುಚಿ, ವಾಸನೆಗಳು ನಿಮ್ಮ ಕುತೂಹಲವನ್ನು ಕೆರಳಿಸಲಾರವೆ? ದೂರದಲ್ಲಿ ಎದ್ದು ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಹರಡುತ್ತಲಿರುವ ಹೊಗೆಯ ಮೋಡವೊಂದು ಏನಾಗುತ್ತದೆ? ಇದರಿಂದ ತತ್ಕಾಲದಲ್ಲೇ ಉದ್ಭವಿಸಬಹುದಾದ ಮತ್ತು ಹಾಗೆಯೇ ದೀರ್ಘಕಾಲದ ಅನಂತರವಾಗಲೀ ಕಂಡುಬರತಕ್ಕ ಪರಿಣಾಮಗಳಾವುವು? ಇಂಥ ವಿಚಾರಗಳೆಲ್ಲ ನಮ್ಮ ಕುತೂಹಲವನ್ನು ಕೆರಳಿಸುತ್ತವೆ. ಮಕ್ಕಳಾಗಲಿ, ದೊಡ್ಡವರೇ ಆಗಲಿ, ಈ ಕುತೂಹಲಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವ ವಿಚಾರಗಳನ್ನು ಅಭ್ಯಾಸ ಮಾಡಿದಲ್ಲಿ, ಕಟ್ಟುಕತೆಗಳಿಗಿಂತಲೂ ವಿಚಿತ್ರವಾದ, ಅದ್ಭುತವಾದ, ಹೊಸ ಲೋಕವೊಂದು ಅವರ ದೃಷ್ಟಿಗೆ ಕಾಣದಿರುವುದಿಲ್ಲ.

ಹೀಗೆ ವಿಜ್ಞಾನವು – ಮುಖ್ಯವಾಗಿ, ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ ಮತ್ತು ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರಗಳು—ನಮಗೆ 'ನಿತ್ಯ ನೂತನ'ವೆಂಬಂತೆ, ಪ್ರಪಂಚದ ಹೊಸ ಮುಖಗಳನ್ನು, ಹೊಸ ವಿಚಾರಗಳನ್ನು, ವಿವರಗಳನ್ನೊದಗಿಸುತ್ತಲೇ ಇವೆ. ಈ ಶಾಸ್ತ್ರಗಳ ಪರಿಚಯದಿಂದ ಸುತ್ತಲಿನ ಅನೇಕ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ವಿಚಾರಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸುತ್ತಾ, ನಿತ್ಯವೂ ಎಂಬಂತೆ, ನಮ್ಮ ಬಿಡುಸಮಯವನ್ನು ರಸಮಯವನ್ನಾಗಿ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಟೆಲಿಫೋನ್, ರೇಡಿಯೋ, ಟೆಲಿವಿಶನ್ ಇವೆಲ್ಲ ನಮ್ಮ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ರೂಢವಾಗಿವೆ. ಆದರೆ ಇವುಗಳ ಕಥೆ ಎಷ್ಟು ಜನರಿಗೆ ಪರಿಚಿತವಿದೆ? ಈ ಕಥೆಗಳಾದರೋ ವೈವಿಧ್ಯದಲ್ಲಿ, ಸ್ವಾರಸ್ಯದಲ್ಲಿ, ಯಾವ ಕಟ್ಟುಕಥೆಗೂ ಕಮ್ಮಿ ಇಲ್ಲ ಎಂಬುದನ್ನು ಮರೆಯಬಾರದು. ಚಿಕ್ಕ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ (electromagnet)ವೊಂದರ ಅದ್ಭುತ ಕೊಡುಗೆಗಳೇ ಇವು ಎಂದರೆ, ನಿಮಗೆ ಆಶ್ಚರ್ಯವಾಗದಿರದು. ಸಿನೇಮವನ್ನು ನಾವು ನೋಡಿ ಆನಂದಿಸುತ್ತೇವೆ. ಸಿನೇಮಾದ ಸೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಭಾವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶ (photo-electric cell)ದ ಪಾತ್ರವೇನು ಎಂದು ನೆನೆಸಿರುವಿರೆ? ಇವನ್ನು ನೆನೆದರೆ, ಇವುಗಳ ಸ್ವಾರಸ್ಯಪೂರ್ಣ ಕಥೆಗಳನ್ನು ಅಭ್ಯಾಸ ಮಾಡಿದರೆ, ನಮ್ಮ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಕುತೂಹಲವು ಇಂಗುವುದು; ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಹೊಸ ಲೋಕವೊಂದು ನಮ್ಮ ಮುಂದೆ ಬಂದು ನಿಲ್ಲುವುದು, ನಲಿಯುವುದು.

ಅಂಗಡಿಯಲ್ಲಿ ಸಾಬೂನನ್ನು ಕೊಳ್ಳುತ್ತೇವೆ. ಇದರ ಸುತ್ತಲೂ ಪಾರದರ್ಶಕವಾದ ತೆಳ್ಳನಾದ ಕಾಗದವೊಂದಿದೆ. ಇದೇನು? ಇದು ಎಂಥದು? ಇದರಲ್ಲಿ ಮಿಲಿಯ ಮಿಲಿಯಗಟ್ಟಲೆ ಅಣುಗಳಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ನಂಬುವಿರಾ? ಈ ಅಣುಗಳು ಕಣ್ಣುಗಳಿಗೆ ಅಗೋಚರವಾಗಿವೆ; ಬಹುಶಃ ಎಂಥ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕವೂ ಇವನ್ನು ದೃಷ್ಟಿಸಲಾರದು. ಆದರೇನು? ಪ್ರತಿ ಅಣುವಿನಲ್ಲೂ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಅಸ್ತಿತ್ವವುಳ್ಳ

ಇಪ್ಪತ್ತೊಂದು ಪರಮಾಣುಗಳಿವೆ; ಪ್ರತಿ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲೂ ಹಾಗೆಯೇ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್, ಪ್ರೋಟಾನ್, ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಗಳೆಂಬ ಪದಾರ್ಥರಚನೆಯ ಕಣಗಳೂ ಪ್ರಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿಯೇ ಇವೆ; ಇವು ಕೂಡ ಅಪರಿಮಿತ ವೇಗಗಳಿಂದ ಸಾಗುತ್ತಲಿವೆ. ಚಲಿಸುತ್ತಲಿವೆ; ಅಲ್ಲದೆ, ಈ ಚಲನೆಗಳೆಲ್ಲವೂ ಸ್ವಚ್ಛಂದವೆಂದೇ ಕಂಡರೂ, ನಿಯತವಾಗಿವೆ, ನಿಶ್ಚಿತ ನಿಯಮಗಳಿಗನುಸಾರವಾಗಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ನೆನೆದರೆ, ಕಾಗದದಂತಹ ಸಾಮಾನ್ಯ ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲೂ ಕಲ್ಪನೆಯ ಮಿತಿಯೆಲ್ಲವನ್ನೂ ಮೀರಿ ಹೊಸತೊಂದು ಲೋಕವಿದೆ ಎಂಬ ಸತ್ಯ ಅರಿವಾಗುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆಯೇ ಸುರುಳಿ ಸುತ್ತಿದ ಚಿಕ್ಕ ಕಬ್ಬಿಣದ ಬಳೆಯೊಂದು ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್ ಎಂಬ ಹೆಸರಿನಿಂದ ಎಂಥ ವಿಚಿತ್ರಗಳನ್ನೊದಗಿಸಿಲ್ಲ? ಟೆಲಿವಿಶನ್, ರೇಡಿಯೋ, ಟೆಲಿಫೋನ್, ಚಲಚ್ಚಿತ್ರ, ಮೋಟಾರ್ ಮೊದಲಾದುವುಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಇದೆಂತಹ ವಿಚಿತ್ರ ಪಾತ್ರವನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಲಿಲ್ಲ?

ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರವು ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಮುತ್ತಲೂ ಕಾಣುತ್ತಲಿರುವ ಚಿಕ್ಕಪುಟ್ಟ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಕಂಡುಬರುತ್ತಲಿರುವ ಆಂತರಿಕ ರಚನೆಯ ಸ್ವಾರಸ್ಯದ ಮೇಲೆ ಬೆಳಕು ಚೆಲ್ಲುತ್ತಲಿದೆ, ರಹಸ್ಯದ ಗರ್ಭದಲ್ಲಿ ಅಡಗಿರುವ ಅನೇಕ ಅಮೂಲ್ಯ ವಿಚಾರಗಳನ್ನು ಹೊರಗೆಡಹಲು ಶಕ್ತವಾಗಿದೆ.

ಮಾನವನ ವಿಚಾರಶಕ್ತಿಯು ಬೆಳೆಯಲಾರಂಭಿಸಿದಂದಿನಿಂದ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರವು ನಿಸರ್ಗದ ಶೋಧದಲ್ಲಿ ಮಾನವನಿಗೆ ತಕ್ಕಷ್ಟು ನೆರವು ನೀಡಿರುತ್ತದೆ; ಅಂತೆಯೇ ನಿಸರ್ಗದ ಅನೇಕ ರಹಸ್ಯಗಳನ್ನೂ ಭೇದಿಸಿದೆ.

ಶತಮಾನಗಳ ಹಿಂದೆ, ಸುಲಭಯಂತ್ರಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿಕೊಂಡ ಮಾನವ ಜನಾಂಗವು ಮುಂದೆ ಸಾಗುತ್ತಾ, ಇತ್ತೀಚೆಗಿನ ಶತಮಾನಗಳಲ್ಲಿ ಉಗಿಶಕ್ತಿ, ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿ, ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಗಳನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಾ ನಿತ್ಯ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಸುಧಾರಣೆಗಳನ್ನು ಸಾಧಿಸಿದೆ; ಈ ಶತಮಾನದಲ್ಲಂತೂ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆದು ನಮ್ಮ ಸಂಸ್ಕೃತಿಯು ಪ್ರಗತಿಯ ಪರಾಕಾಷ್ಠೆಯನ್ನೇ ಮುಟ್ಟಿದೆ ಎಂದರೂ ತಪ್ಪಿಲ್ಲ. ಅನೇಕ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಸತತ ಪರಿಶ್ರಮವೇ ಇಂದಿನ ವಿಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಗತಿಗೂ, ನಮ್ಮ ನಿತ್ಯಜೀವನದಲ್ಲಿನ ಹೆಚ್ಚಿನ ನೆಮ್ಮದಿಗೂ ಕಾರಣವಾಗಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಮರೆಯಬಾರದು. ಇಂಥ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯೋ ಅಪರಿಮಿತವಾಗಿದೆ. ಇವರೆಲ್ಲರ ಚಿಕ್ಕಪುಟ್ಟ, ಇಲ್ಲವೇ ಮಹತ್ಸಾಧನೆಗಳ ಫಲವಾಗಿ, ಇದೀಗಲೂ ನಾವು ನಿಸರ್ಗದ ರಹಸ್ಯಗಳನ್ನರಿತುಕೊಳ್ಳಲು ಶಕ್ತರಾಗಿದ್ದೇವೆ.

ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ಸ್, ಸಾಪೇಕ್ಷವಾದ (ರಿಲೇಟಿವಿಟಿ), ವ್ಯೋಮಯಾತ್ರೆ ಮೊದಲಾದ ಮಹತ್ಸಾಧನೆಗಳ ಈ ಯುಗದಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಇನ್ನೂ ತಿಳಿದುಬಾರದ ಅನೇಕ ವಿಚಾರಗಳಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ನಾವು ಮರೆಯಬಾರದು. ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಹದಿನೇಳನೆಯ ಶತಮಾನದ ಮಹಾಮೇಧಾವಿ ನ್ಯೂಟನನ ಮಾತುಗಳು ನೆನಪಿಗೆ ಬರುತ್ತವೆ.

"ಜಗತ್ತು ನನ್ನನ್ನು ಹೇಗೆ ದೃಷ್ಟಿಸುತ್ತದೋ ನಾನರಿಯೆ; ಆದರೆ ಕಡಲತಡಿಯ ಚಿಕ್ಕಪುಟ್ಟ ಕಲ್ಲುಗಳನ್ನು ಹೆಕ್ಕುತ್ತ ಆಡುತ್ತಲಿರುವ ಚಿಕ್ಕ ಹುಡುಗನ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದೇನೆ. ಅಲ್ಲಲ್ಲಿ ನುಣುಪಾದ, ಚೆಂದ ಕಾಣುವ, ಕಲ್ಲೋ ಚಿಪ್ಪೋ ಸಿಕ್ಕರೆ, ಆನಂದದಿಂದ ತುಳುಕುವ, ಕುಣಿಯುವ ಬಾಲಕನ ಅವಸ್ಥೆಯೇ ನನ್ನದು. ಆದರೇನು? ತಿಳಿಯದಿರುವ ಸತ್ಯವೋ ನನ್ನ ಮುಂದೆ ಬಾಲಕನ ಮುಂದಿರುವ ಸಾಗರದಷ್ಟು ಅಪಾರವಾಗಿದೆಯೆಂಬುದನ್ನಂತೂ ನಾನು ತಿಳಿದಿರುತ್ತೇನೆ."

ಇದೀಗ ಇಂದಿಗೂ ನಮಗೆ ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತಲಿರುವ ಮಾತಾಗಿದೆ.

ಜೆರೋಮ್ ಎಸ್. ಮೇಯರ್

ಭಾಷಾಂತರವನ್ನು ಕುರಿತು

ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಅಆ—ಇಈ ಎಂಬ ಜೆರೋಮ್ ಎಸ್. ಮೇಯರರ *A. B. C. of Physics* ಪುಸ್ತಕದ ಈ ಕನ್ನಡ ಭಾಷಾಂತರವನ್ನು ಬೆಳಕಿಗೆ ತರುವಲ್ಲಿ ಮೂಲಗ್ರಂಥದ ಪ್ರಕಾಶಕರೂ, ಮೈಸೂರಿನ ಗೀತಾ ಬುಕ್ ಹೌಸ್‌ನವರೂ ನನ್ನೊಡನೆ ಸಹಕರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಇವರಿಬ್ಬರಿಗೂ ಭಾಷಾಂತರಕಾರನು ಋಣಿ.

ಪ್ರಕೃತದ ಸನ್ನಿವೇಶದಲ್ಲಿ ಇಂಥ ಅನೇಕ ಉತ್ತಮ ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಪುಸ್ತಕಗಳು ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಬರಬೇಕು. ಆ ಬಗ್ಗೆ ತಕ್ಕ ಸಹಕಾರ, ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಗಳು ಪ್ರಕಾಶಕರಿಂದಲೂ, ಓದುಗರಿಂದಲೂ ಕಂಡುಬಂದರೆ, ಮುಂದಿನ ದಶಕದೊಳಗೆ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ವಿಚಾರಸಾಹಿತ್ಯವು ಸಾಕಷ್ಟು ವೃದ್ಧಿಯಾಗದಿರದು. ಪ್ರಕೃತದ ಸನ್ನಿವೇಶದಲ್ಲಂತೂ ಅತ್ಯಂತ ಸದಿಚ್ಛೆಯಿಂದ ಗೀತಾ ಬುಕ್ ಹೌಸ್‌ನವರಂತಹ ಉತ್ಸಾಹಿಗಳು ಇಂಥ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಪ್ರಕಾಶಿಸುತ್ತಲಿದ್ದಾರೆ. ಮುದ್ದಾದ ಮುದ್ರಣದಿಂದ ಹೆಚ್ಚಿನ ಮೆರುಗನ್ನು ಇದಕ್ಕೆ ಮಣಿಪಾಲ ಪವರ್ ಪ್ರೆಸ್ಸಿನವರಿತ್ತಿರುವುದು ನಿಮ್ಮೆದಿರಿಗೆ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿದೆ. ಅವರಿಗೂ ತುಂಬಾ ಕೃತಜ್ಞನಿದ್ದೇನೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಓದುಗರಿಂದ ತಕ್ಕ ಪ್ರೋತ್ಸಾಹ ದೊರಕದೆ ಹೋದರೆ ಕನ್ನಡ ಮಾಧ್ಯಮ, ಕನ್ನಡ ಉದ್ಧಾರದಂತಹ ಮಾತುಗಳೆಲ್ಲವೂ ಕೇವಲ ಬಾಯಿಯುಪಚಾರದ ಮಾತುಗಳೆನಿಸಿಯಾವು. ಜನತೆ ಇಂಥ ಯತ್ನಗಳನ್ನು ಸ್ವಾಗತಿಸಿ, ತಕ್ಕ ಪ್ರೋತ್ಸಾಹ ನೀಡುತ್ತದೆಂದೇ ಭಾಷಾಂತರಕಾರನು ನೆನಸುತ್ತಾನೆ. ಆರಂಭದ ಈ ಹೆಜ್ಜೆಯಲ್ಲಿನ ಸ್ಖಲಿತಗಳನ್ನು ಮನ್ನಿಸಬೇಕು. ಮತ್ತು ಅಂಥವನ್ನು ಸೂಚಿಸಿದರೆ, ಮುಂದಿನ ಯತ್ನಗಳಲ್ಲಿ ಆ ಲೋಪಗಳನ್ನುದ್ಧರಿಸದಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಪಾರಿಭಾಷಿಕ ಶಬ್ದಗಳ ಆಯ್ಕೆಯಲ್ಲೂ ನನ್ನದೇ ಪದಗಳನ್ನು ಅನೇಕ ಎಡೆ ಆರಿಸಿರುತ್ತೇನೆ. ಇವುಗಳ ಪಟ್ಟಿಯೊಂದನ್ನು ಪುಸ್ತಕದ ಅಂತ್ಯಕ್ಕೆ ಸೇರಿಸಲು ಅನುಮತಿಯಿತ್ತು ಪ್ರಕಾಶಕರು ನನ್ನ ಹಾಗೂ ಕನ್ನಡದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಕೃತಜ್ಞತೆಗೆ ಪಾತ್ರರಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಭಾಷಾಂತರವು ಹತ್ತು ಮಂದಿಯ ಕೈಸೇರಿ, ಇಂಥ ಹಲವು ಯತ್ನಗಳಿಗೆ ಪ್ರೇರಕವಾದರೆ, ನನ್ನ ಶ್ರಮವು ಸಾರ್ಥಕವೇ.

ಎಪ್ರಿಲ್ 20, 1969 ಯು. ಎಲ್. ಆಚಾರ್ಯ

ಪರಿವಿಡಿ

ಪುಸ್ತಕ ಒಂದು

ಪುಸ್ತಕ ಎರಡು

ಪುಸ್ತಕ ಮೂರು

ಅನುಬಂಧ

ಭಾಗ ಒಂದು

ಅಳತೆಗಳ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆ

ಅತ್ಯಂತ ಚಿಕ್ಕ ಹಾಗೂ ದೊಡ್ಡ ಅಳತೆಮಾನಗಳು......ಅಡಿ......ಮೈಲು ;ಇವುಗಳ ಮೂಲ;......ಮೀಟರಿನ ಕಥೆ......ಇತರ ಅಳತೆಮಾನಗಳು. ಕೋಲುಗಳು......ಮೈಕ್ರೋ ಮೀಟರು......ಕಿಲೊಗ್ರ್ಯಾಮ್‌ನ ಮೂಲ......ಸಮಾನ ದಂಡಗಳ ತುಲಾಯಂತ್ರ...... ಒಂದು ಶಬ್ದದ ತೂಕವೆಷ್ಟು?......ಮೆಟ್ರಿಕ್ ಪದ್ಧತಿ......ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ, ಗಾತ್ರ (ಘನಫಲ), ಸಾಂದ್ರತೆ,......ಸಾಂದ್ರತೆಗಳ ಕೋಷ್ಟಕ.

ಅಳತೆಯ ಶಾಸ್ತ್ರ (Metrology) ಯು ವಸ್ತುವಿಜ್ಞಾನದ ಉಪವಿಭಾಗಗಳಲ್ಲೊಂದಾಗಿದೆ, ಅಲ್ಲದೆ, ನಮ್ಮ ನಾಗರಿಕತೆಯ ತಳಹದಿಯಾಗಿದೆ. ಅಳತೆಗಳೇ ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ನಮ್ಮ ಜೀವನವು ಇಂದು ಹೇಗಿರ ಬಹುದಿತ್ತು ನೆನೆಸಿರುವಿರಾ? ಅಳೆಯುವ ಕ್ರಮವಿಲ್ಲದಿದ್ದರೆ, ಇಂದಿನ ಅಪರಿಮಿತ ವಿಸ್ತಾರದ ಸೌಧಗಳ ನ್ನಾಗಲಿ, ಸೇತುವೆಗಳನ್ನಾಗಲಿ,ಯಂತ್ರೋಪಕರಣಗಳನ್ನಾಗಲಿ ರಚಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು ದುಸ್ತರವಾಗುತ್ತಲಿತ್ತು.

ಅಡಿಕೋಲು, ಗಜಕೋಲನ್ನೋ ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಉದ್ದವನ್ನಳೆಯುವುದೇ 'ಅಳತೆ' ಎಂದಲ್ಲ. ಈ ಶಬ್ದದ ಅರ್ಥವೋ ಬಹಳ ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿದೆ. ಯಾವುದೋ ನಿಶ್ಚಿತ ಪ್ರಮಾಣದ ವಸ್ತುವಿನೊಡನೆ ಅಂಥದೇ ವಸ್ತುವನ್ನು ಹೋಲಿಸುವುದೇ ಅಳತೆಯ ತತ್ವ. ಮನುಷ್ಯ ವಸ್ತುಗಳನ್ನಳೆಯುವಾಗ ಇಂಥ ಆಯಾಯ ವಸ್ತುವಿಗನುಗುಣವಾದ ಅಳತೆಗೋಲನ್ನುಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾನೆ. ಚಿಕ್ಕಮಕ್ಕಳಾದರೋ ಕುಸ್ತಿಯಾಟದಲ್ಲಿ ಯಾರು ಮೇಲು ಎಂಬುದರಿಂದ ತಂತಮ್ಮ ಶಕ್ತಿಯನ್ನಳೆಯುತ್ತಾರೆ. ಟೇಬಲ್ ಕ್ಲಾತ್‌ಗಳನ್ನು ವಿಕ್ರಯಿ ಸುವ ಒಬ್ಬ ನ್ಯೂ ಇಂಗ್ಲಾಂಡ್‌ನ ವ್ಯಾಪಾರಿಯೊಬ್ಬನು ಪ್ರತಿಯೊಂದನ್ನೂ ಅಂಥ ವಸ್ತುಗಳ ಬೆಲೆಗಳಿಗೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿಯೇ ತುಲನೆ ಮಾಡುತ್ತಾನೆ. ಅಂದರೇನು? ಸುಮಾರು ಎಲ್ಲಾ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಅಳತೆಗೆ-ತುಲನೆಗೆ-ನಿಲುಕುವ ಮತ್ತು ಅವಶ್ಯಕವಿರುವ ಪ್ರಮಿತ (standard) ವೊಂದು ಇದ್ದೇ ಇರುತ್ತದೆ.

ಹೀಗೆ ಅಳೆಯುವ ವಿದ್ಯೆ (Metrology) ಯಾದರೋ ಮಾನವಸಂಸ್ಕೃತಿಯಷ್ಟೇ ಪುರಾತನ ವಾದುದು. ರಾತ್ಲ್ ತೂಕವನ್ನು (lb=libra) ಎಂಬುದರಿಂದ ಸೂಚಿಸುತ್ತೇವೆಯಷ್ಟೆ. ಪ್ರಾಚೀನ ರೋಮ್‌ನಲ್ಲಿ 7,680 ಗೋದಿ ಧಾನ್ಯಗಳ ತೂಕವನ್ನೇ Libra ಎಂದು ಕರೆದಿದ್ದರು. ಅಂತೆಯೇ mille passeum ಎಂಬ ಲ್ಯಾಟಿನ್ ಶಬ್ದದಿಂದಲೇ ಮೈಲ್ (mile) ಶಬ್ದವು ರೂಪ ತಳೆದಿದೆ. ಈ ಶಬ್ದದ ಅರ್ಥಃ ಸಾವಿರ ಹೆಜ್ಜೆಗಳು. ಹಿಂದಿನ ಕಾಲದ ರೋಮನ್‌ಪದಾತಿಯೊಬ್ಬನು ನಡೆಯುವಾಗ ಒಂದು ಹೆಜ್ಜೆ ಹಿಂದಿನಿಂದ ಮುಂದಿಟ್ಟು ನಡೆಯುವಾಗ ಸುಮಾರು $2\frac{1}{2} \times 2 = 5$ ಅಡಿ ದೂರ ಸರಾಸರಿ ಕ್ರಮಿಸುತ್ತಿದ್ದ ನಂತೆ. ಈ ಅಳತೆಯ ಮೇರೆಗೆ 1 ಮೈಲಿ = 5,000 ಅಡಿ. ಆದರೆ ಇಂದಿನ ಮೈಲು 5,280 ಅಡಿ ಉದ್ದ ವುಳ್ಳದ್ದು.

ಅಡಿಗೆ – ಅಡಿ ಅಳತೆಗೆ ಆಧಾರವೇನಿದ್ದಿರಬಹುದು? ಸರಿಯಾಗಿ ತಿಳಿದಿರದಿದ್ದರೂ, ಯಾವನೋ ಒಬ್ಬ ಅರಸನ ಪಾದದ ಅಳತೆಯೇ ಅಡಿ ಇದ್ದಿರಬಹುದು ಎಂದೂಹಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಗಿದೆ; ಕಾರಣ 'ಇಂಚು' ಎಂಬ ಶಬ್ದವು ಲ್ಯಾಟಿನ್ uncia ಎಂಬುದರಿಂದಲೇ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗಿದೆ. ಮತ್ತೂ ಒಂದು ವಿಚಿತ್ರ ವ್ಯಾಖ್ಯೆಯು ಈ ಕೆಳಗಿದೆ. ಇದು ಸುಮಾರು 200ವರ್ಷಗಳಷ್ಟು ಪ್ರಾಚೀನವಾದ ಭಾವನೆಯಾಗಿದೆ.

"......ದುಂಡಗಿರುವ ಮತ್ತು ಪೂರ್ತಿ ಒಣಗಿರುವ ಮೂರು ಬಾರ್ಲಿ ಧಾನ್ಯಗಳನ್ನು

ಒಂದರ ನಂತರ ಒಂದರಂತೆ ಸಾಲಾಗಿಟ್ಟರೆ 1 ಇಂಚು ಆಗುವುದು; ಇಂಥ 12 ಇಂಚುಗಳು 1 ಅಡಿಗೆ ಸಮಾನ."

ಇಂದಿನ ನಿಖರವಾದ ಅಳತೆಗಳಿಗೆ ಇಂಥ ಭಾವನೆಗಳೇ ಮೂಲ ಎಂದೆಣಿಸಿದರೆ ಆಶ್ಚರ್ಯವಾಗುತ್ತ ಲಿಲ್ಲವೆ? ಸುಮಾರು 200 ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದಿನ ಇನ್ನೊಂದು ಅಡಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ನಿರ್ವಚನವನ್ನು ನೋಡಿರಿ.

"......ಒಂದು ಆದಿತ್ಯವಾರ ಪ್ರಾರ್ಥನೆ ಮುಗಿದ ವೇಳೆ, ಚರ್ಚಿನಿಂದ ಹೊರಬರುವ ಹದಿನಾರು ಜನರನ್ನು, ಉದ್ದ, ಗಿಡ್ಡ ಎಣಿಸದೆ ಸಾಲಾಗಿ ಒಬ್ಬರ ಹಿಂದೆ ಒಬ್ಬನನ್ನು ನಿಲ್ಲಲು ಹೇಳಿ, ಅವರ ಒಂದೊಂದು ಪಾದಗಳನ್ನಳೆದರೆ, ರೂಡು (rood) ಅಳತೆಯೂ, ಇದರ $\frac{1}{16}$ ಭಾಗವು ಒಂದು ಅಡಿಯೂ ಆಗುತ್ತದೆ."

ಇಂಥ ಭಾವನೆಗಳು ಈಗಲೋ ವಿಚಿತ್ರ ಕಾಣುತ್ತವೆ. ಆದರೆ, ವರ್ಷಗಳು ಕಳೆದಂತೆ ಶತಮಾನಗಳು ಸಂದಂತೆ, ಅಳತೆಗಳ ವಿಧಾನವು ಸೂಕ್ಷ್ಮವೂ, ಗಹನವೂ ಆಗುತ್ತಲಿದೆ. ಅಳತೆಗಳ ಸಹಾಯ ಪಡೆದು ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ, ಯಂತ್ರಶಾಸ್ತ್ರಗಳು ಬೆಳೆದಿದ್ದರೆ, ಆಯಾಯ ಶಾಸ್ತ್ರಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಯೂ ಅಳತೆಗಳ ನಿಖರತೆಗೆ, ಅಳತೆಯ ವಿವಿಧ ಉಪಕರಣಗಳ ರಚನೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗಿದೆ, ಎಂದರೆ ತಪ್ಪಿಲ್ಲ.

94,205,000,000,000,000,000,000,000,000

ಆಂಗ್‌ಸ್ಟ್ರಾಮ್ಸ್ (Angstroms) ಮಾನಗಳು ಬೇಕೆ?

ಇದೇನು? ಇದೆಂಥ ಸಂಖ್ಯೆ? ಎಂಥ ಅಳತೆಯ ಮಾನ? ಎಂದು ನಿಮಗೆ ಆಶ್ಚರ್ಯವಾಗದಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಇಷ್ಟು ಅಪಾರ ಸಂಖ್ಯೆ ಎಂದ ಬಳಿಕ ಅಳತೆಯ ಏಕಮಾನವು (unit) ಅತ್ಯಂತ ಚಿಕ್ಕದು ಎಂಬುದನ್ನುಬೇರೆ ಹೇಳುವ ಅಗತ್ಯವಿಲ್ಲ. ಆಂಗ್‌ಸ್ಟ್ರಾಮ್ಸ್ ಮಾನ (Angstroms unit) ಎಂದರೆ ಅಳತೆಯ ಅತ್ಯಂತ ಚಿಕ್ಕ ಮಾನಗಳಲ್ಲೊಂದು. ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಗಳನ್ನಳೆಯಲು ಈ ಮಾನದ ಆವಶ್ಯಕತೆ ಇದೆ. ಇದರ ಪರಿಮಾಣವೋ ಒಂದು ಸೆಂಟಿಮೀಟರಿನ ನೂರು ಮಿಲಿಯದಲ್ಲೊಂದು ಪಾಲು.

$\frac{1}{100,000,000}$ ಸೆ. ಮೀ., ಇಲ್ಲವೆ $\frac{1}{254,000,000}$ ಇಂಚು. ಬರಿಯ ಕಣ್ಣಿನಿಂದ ನೋಡಲಾಗುವ ಉದ್ದದ ಮಿಲಿಯ ಪಾಲಿನಲ್ಲೊಂದು ಪಾಲಿಗಿಂತಲೂ ಇದು ಚಿಕ್ಕದು. ನೂರು ಮೈಲಿಗಳಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿಡಲಾದ ಒಂದು ಕಿತ್ತಳೆಹಣ್ಣನ್ನು ನೀವು ದೃಷ್ಟಿಸಬಲ್ಲಿರಾದರೆ, ಅದು ಇಷ್ಟು ಅಗಲಕ್ಕೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಇದು ಚಿಕ್ಕ ಮಾನವಿದ್ದಂತೆ ಆದರೆ, ಅತ್ಯಂತ ಉದ್ದದ ಮಾನವೂ ಒಂದಿದೆ. ಇದೇ ಬೆಳಕಿನ ವರ್ಷ (light year ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷ). ಸೆಕುಂಡು 1ರ, 1,86,000 ಮೈಲಿ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವ ಬೆಳಕು 1 ವರ್ಷದಲ್ಲಿ, ಕ್ರಮಿಸುವ ದೂರವೇ ಈ ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷ; ಅಂದರೆ, ಇದು 5,865,696,000,000 ಮೈಲಿಗಳಷ್ಟು. ಒಂದು ನಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ 1 ಇಂಚು ದೂರದಿಂದ 1 ಮಿಲಿಯ ಮೈಲುಗಳನ್ನು ನೀವು ಚಿತ್ರಿಸಿಕೊಂಡರೆ ಇದೇ ಸ್ಕೇಲಿಗನುಸಾರವಾಗಿ ಸೂರ್ಯನ ದೂರವು 8 ಅಡಿ; ಅಲ್ಲದೆ ಈ ಸ್ಕೇಲಿನ ಪ್ರಕಾರ ಒಂದು ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷವನ್ನು ಗುರುತಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು 92 ಮೈಲಿ ಉದ್ದದ ಕಾಗದವು ಅವಶ್ಯವಿರುತ್ತದೆಂದರೆ ಇದೆಷ್ಟು ಅಪಾರವಾದುದು ಎಂಬುದು ಖಚಿತವಾಗುತ್ತದೆ.

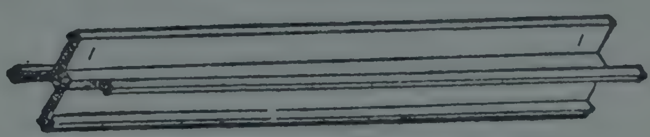
1 ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷ = ? ಆಂಗ್‌ಸ್ಟ್ರಾಮ್ ಮಾನ? ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಯನ್ನುತ್ತರಿಸುವಾಗ 26 ಶೂನ್ಯಗಳುಳ್ಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಬರೆಯಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ, ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ದೂರವನ್ನು ಬರೆಯಲು ಮಾತ್ರ ಈ ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷದ ಮಾನವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತೇವೆ.

ಅಳತೆಯ ಆರಂಭ

ಯಾವ ಅಳತೆಗೂ ಮೂಲಪ್ರಮಿತ (standard) ವೊಂದು ಅವಶ್ಯಕವಿರುತ್ತದೆ. ಉದ್ದ ಮತ್ತು

ತೂಕಗಳ ಪ್ರಮಿತಗಳನ್ನು ಮೊತ್ತಮೊದಲು ಪ್ಯಾರಿಸ್‌ನಗರದಲ್ಲಿ ಸಭೆ ಸೇರಿದ ಫ್ರೆಂಚ್‌ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಸಮಿತಿಯಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 1791ರಲ್ಲಿ ನಿಶ್ಚಯಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಯಿತು. ಭೂಮಿಯ ಮಧ್ಯಾಹ್ನರೇಖೆ (ರೇಖಾಂಶ)ಯೊಂದರಲುದ್ದಕ್ಕೂ ಧ್ರುವದಿಂಡ ವಿಷುವದ್ರೇಖೆಗೆ ಇರುವ ಹತ್ತು ಮಿಲಿಯಗಳಲ್ಲೊಂದು ಪಾಲು ದೂರವನ್ನು ಮೀಟರ್ (metre) ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಯಿತು. ಇದೇ ಫ್ರೆಂಚ್ ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿನ ಉದ್ದದಳತೆಯ ಮೂಲಮಾನ. ಆದರೆ, ಇದು ಅಷ್ಟೊಂದು ಸರಿಯಲ್ಲ ಎಂಬುದನ್ನು ಮನಗಂಡು ಸುಮಾರು ಕಿ. ಶ. 1875ರ ಮೇ ತಿಂಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಉದ್ದವನ್ನು "ಪ್ಲೇಟಿನಮ್–ಇರೀಡಿಯಮ್‌ಗಳ ಮಿಶ್ರ ಲೋಹದ ಕಂಬಿಯೊಂದರಲ್ಲಿ ಗುರುತಿಸಲಾದ ಎರಡು ಅತ್ಯಂತ ಸೂಕ್ಷ್ಮ–ತಲೆಗೂದಲಿಗಿಂತಲೂ ಸಪೂರವಾದ ಗೆರೆಗಳ ನಡುವಣ °C ಉಷ್ಣಮಾನದ ದೂರ"ವೆಂದು ಸಾರಲಾಗಿದೆ. ಈ ತನ್ಮಧ್ಯೆ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ಕ್ರಿ. ಶ. 1841ರಿಂದ, ಕಂಚಿನ ಸರಳೊಂದರ ಮೇಲೆ 27 ಮತ್ತು 63ನೇ ಗುರುತುಗಳ ನಡುವೆ 62° ಫ್ಯಾರನ್ಹ್ಯಾಟ್ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ದೂರವೇ ಗಜ (yard) ಎಂತಲೂ, ಉದ್ದದ ಮೂಲಮಾನವು ಇದೆಂದೂ, 1 ಗಜ = 3 ಅಡಿ ಮತ್ತು 1 ಅಡಿ = 12 ಇಂಚು ಎಂದೂ ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಯಿತು. ಇದನ್ನೇ ಸುಮಾರು 1893ರ ತನಕ ಅಮೇರಿಕದಲ್ಲೂ ಉದ್ದದ ಪ್ರಮಿತವೆಂದು ಗ್ರಹಿಸಲಾಗಿತ್ತು; 1893ರ ನಂತರ ಅಮೇರಿಕದಲ್ಲಿ ಮೀಟರನ್ನೇ ಉದ್ದದ ಅಳತೆಯ ಪ್ರಮಿತವನ್ನಾಗಿ ಸ್ವೀಕರಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಮೀಟರಿನ ಉದ್ದ ಇಂತಿಷ್ಟು ಎಂಬುದನ್ನು ಮೇಲೆ ಉಲ್ಲೇಖಿಸಲಾಗಿದೆಯಷ್ಟೇ. ಇದನ್ನು ಫ್ರಾನ್ಸಿನ ಸೆವ್ರೆ (sevres) ಯಲ್ಲಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳಲಾಗಿದೆ; ಅಲ್ಲದೆ, ಇದರ ನಕಲುಗಳನ್ನು ಇತರ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳಿಗೆ ಹಂಚಿ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. ಮೂವತ್ತು ರಾಷ್ಟ್ರಗಳು ಇದನ್ನು ಅಳತೆಯ ಪ್ರಮಿತವೆಂದು ಸ್ವೀಕರಿಸಿದ್ದಾವೆ. ವಾಶಿಂಗ್ಟನ್‌ನಲ್ಲಿನ ಅಳತೆಯ ಪ್ರಮಿತಗಳ ಕಚೇರಿಯಲ್ಲಿನ ಸರಳನ್ನು 27 ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗಿದೆ. ಚಿತ್ರ 1ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ ಇದನ್ನು ಎರಡು ರೋಲುಗಳ ಮೇಲೆ ಇಟ್ಟು, ಗಾಜಿನ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯೊಳಗೆ ಇಡಲಾಗಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 1:

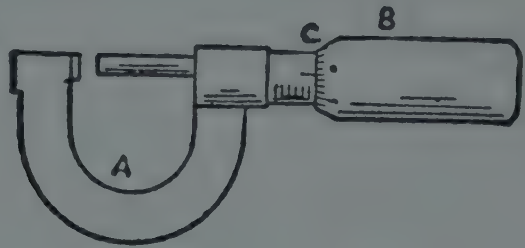
ಮೀಟರನ್ನೇ ಆಧರಿಸಿ ಗಜ, ಇಂಚು ಎಲ್ಲವನ್ನೂ ಇಂದು ಅಳೆಯಲಾಗುತ್ತಲಿದೆ.

ಗಜ $= \frac{3600}{3937}$ ಮೀಟರ್, ಇಲ್ಲವೆ ಮೀಟರಿನಲ್ಲಿ 39.37 ಇಂಚುಗಳಿವೆ.

ಅಡಿ $= \frac{1}{3}$ ಗಜ; ಇಂಚು $= \frac{1}{12}$ ಅಡಿ, ಇಲ್ಲವೆ $= \frac{1}{36}$ ಗಜ.

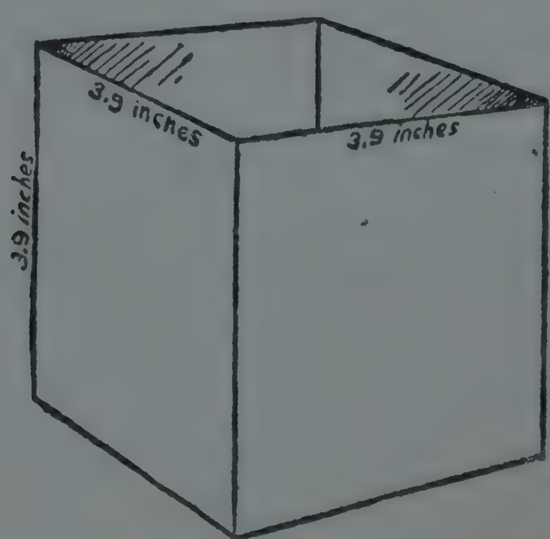
ನಿತ್ಯದ ಅಳತೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಗಜಕೋಲು, ಬಡಗಿಯ ಕೋಲು ಮತ್ತು ಅಡಿಕೋಲುಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸುತ್ತೇವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಇಂಚನ್ನು 16 ಸಮಭಾಗಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು ರೂಢಿ. ಇದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ನಿಖರತೆ ನಿತ್ಯಜೀವನದಲ್ಲೇನೂ ಅವಶ್ಯವಿಲ್ಲ. ಬಟ್ಟೆ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವಾಗ ವಸ್ತ್ರವು ನಮೂದಿಸಿದ ಉದ್ದಕ್ಕಿಂತ ಸುಮಾರು $\frac{1}{8}$ ಇಂಚು ಉದ್ದ, ಇಲ್ಲವೆ ಗಿಡ್ಡ ಇದ್ದರೂ, ಹೆಚ್ಚಿನ ತೊಂದರೆ ಆಗುವುದಿಲ್ಲ.ಇಷ್ಟೇ ಏಕೆ? ವಸತಿಯ ಕೊಠಡಿಯು 12 ಅಡಿ ಉದ್ದವಿರುವುದರ ಬದಲು ಒಂದು ಕಾಲು ಇಂಚು ಹೆಚ್ಚು ಉದ್ದವಿದ್ದರೆ ನಾವೇನೂ ಅದನ್ನು ಬಿಚ್ಚಿ ಪುನಹ ಉದ್ದವನ್ನು ಸರಿಗೊಳಿಸುವೆವೆ? ಇಲ್ಲ. ಅಂತೂ ನಿತ್ಯಜೀವನದಲ್ಲಿನ ಅವಶ್ಯಕತೆಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಅಡಿಕೋಲು, ಇಲ್ಲವೆ ಗಜವು ನಮಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ನಿಖರವೆನಿಸುತ್ತದೆ. ವಾಸ್ತು ಮತ್ತು ಭೂ-ಅಳತೆಯಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಹೆಚ್ಚಿನ ನಿಖರತೆಯು ಅವಶ್ಯಬೀಳುತ್ತದೆ. ಪಟ್ಟಣಗಳಲ್ಲಿ ಭಾಗ

ಗಳನ್ನು ಏಂಗಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುವಾಗ ಅವುಗಳ ಉದ್ದವನ್ನು 36.06 ಅಡಿ, ಅಂದರೆ ಎರಡು ದಶಮಾಂಶಗಳಿಗೆ ಸರಿಯಾಗಿ ಅಳೆದುಕೊಳ್ಳಲಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ? ಮೋಟಾರು ಮತ್ತು ವಿಮಾನಗಳಲ್ಲಿನ ಭಾಗಗಳನ್ನು ರಚಿಸಿಕೊಳ್ಳುವಾಗಲೋ $\frac{1}{16}$ ಇಂಚಿನ ನಿಖರತೆಯೂ ಕೂಡ ಏನೇನೂ ಸಾಲದು. ಇಂಚಿನ $\frac{1}{100}$ ಇಲ್ಲವೆ $\frac{1}{1000}$ ಭಾಗಗಳಷ್ಟು ನಿಖರ ಎಣಿಕೆಗಳು ಅಗತ್ಯ ಬೀಳುತ್ತಲಿರುವ ತಾಂತ್ರಿಕ ಪ್ರಗತಿಯ ಯುಗವಿದು ಎಂದರೆ ಉತ್ಪ್ರೇಕ್ಷೆ ಏನೇನೂ ಇಲ್ಲ. ಇಷ್ಟು ನಿಖರತೆಯನ್ನೊದಗಿಸುವ ಉಪಕರಣವೇ ಮೈಕ್ರೋಮೀಟರ್ (Micrometer)



ಚಿತ್ರ 2: ಸ್ಕ್ರೂ ಗೇಜ್

ಮೈಕ್ರೋಮೀಟರಿನಲ್ಲಿ ಲಾಳಾಕಾರದ ಒಂದು ಫ್ರೇಮ್ (frame, ದಡೆ) ಇದೆ. ಇದು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ A. ಇಂಚಿಗೆ ಸುಮಾರು 40 ಸುತ್ತುಗಳುಳ್ಳ ಸ್ಕ್ರೂವಿನ ಚಡಿಯೊಂದರಲ್ಲಿ Bಎಂಬ ತಿರುಪು spindle ತಿರುಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಪೂರ್ತಿ ಸುತ್ತಿದಾಗ ಇದು $\frac{1}{25}$ ಇಂಚು, ಇಲ್ಲವೆ $\frac{1}{40}$ ಇಂಚು ಮುಂದೆ, ಇಲ್ಲವೆ ಹಿಂದೆ ಸರಿಯುತ್ತದೆ. ತಿರುಪಿನ ಸುತ್ತಲೂ ಅಂಕಣಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಿದರೆ ಇಂಚಿನ $\frac{1}{100}$ ಭಾಗವನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಗುರುತಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಇಂಥ ಮೈಕ್ರೋಮೀಟರನ್ನು ಒಡಗೂಡಿಸಿದ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕವೊಂದರ ಸಹಾಯದಿಂದ ಇಂಚಿನ $\frac{1}{1000000}$ ಭಾಗಗಳನ್ನೂ ಅಳೆಯಲಾಗಿದೆ ಎಂದರೆ, ನಿಮಗೆ ಆಶ್ಚರ್ಯವಾಗಬಹುದು. ಇದು ಸುಮಾರು ಅತ್ಯಂತ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಅಳತೆ. ಈ ಪುಸ್ತಕದ ಹಾಳೆಯೊಂದರ ದಪ್ಪವು ಈ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಅಳತೆಯ ಸುಮಾರು ನೂರು ಪಾಲಷ್ಟಿದೆ ಎಂದರೆ, ನಿಮಗೆ ಇದೆಷ್ಟು ಸೂಕ್ಷ, ಇದೆಷ್ಟು ಅಲ್ಪ, ಎಂಬುದರ ಅರಿವಾಗಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ 3: ಘನಡೆಸಿಮೀಟರ್ ಗಾತ್ರ

ಒಂದು ಪದದ (word) ತೂಕವೆಷ್ಟು?

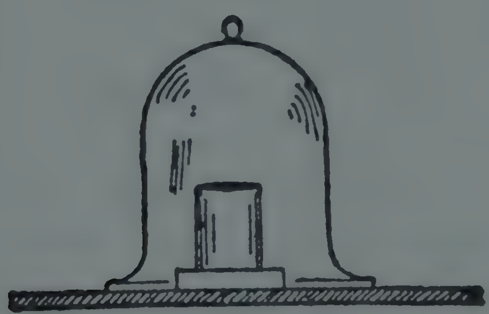
ಫ್ರಾನ್ಸ್‌ನ ಸೆವ್ರೆಯ ಪ್ರಮಿತಗಳ ಕಚೇರಿಯಲ್ಲಿ ಮೀಟರಿನೊಡನೆ ಕಿಲೋಗ್ರ್ಯಾಂನ ಪ್ರಮಿತವನ್ನಿಡಲಾಗಿದೆ. 39.2 ಫ್ಯಾರನ್ಹೈಟ್ ಶಾಖದಲ್ಲಿ 1 ಘನ ಡೆಸಿಮೀಟರ್, ಅಥವಾ $\frac{1}{1000}$ ಘನ ಮೀಟರ್ ಪರಿಮಾಣದ ನೀರಿನ ತೂಕವಿದು – 1 ಕಿಲೋಗ್ರ್ಯಾಂ–. ಚಿತ್ರ 3ರಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿದ ಸುಮಾರು 4ಇಂಚು ಅಂಚುಳ್ಳ ಘನಾಕಾರದ ಪಾತ್ರೆಯೊಳಗೆ ತುಂಬಿಸಲಾಗುವ ನೀರಿನ ತೂಕವು 1 ಕಿಲೋಗ್ರ್ಯಾಂ. ಈ ತೂಕವನ್ನೇ ಪ್ಲೇಟಿನಮ್ – ಇರೀಡಿಯಂ ಮಿಶ್ರಲೋಹದ ಸ್ತಂಭವೊಂದರ ತೂಕದಿಂದ ನಿಶ್ಚಯಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಗಿದೆ. ಇದೇ ಇಂದಿನ ಪ್ರಮಿತ. ಅದರ ಯಥಾ ನಕಲುಗಳನ್ನೇ ವಿವಿಧ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳಿಗೂ ಕೊಡಲಾಗಿದ್ದು ವಾಷಿಂಗ್ಟನ್ ಪಟ್ಟಣದಲ್ಲಿ ಪ್ರಮಿತಗಳ ಕಚೇರಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಮಿತವನ್ನು 20 ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗಿದೆ. ಈ ಕಿಲೋಗ್ರ್ಯಾಂನ್ನೇ ಆಧರಿಸಿ ಪೌಂಡು ಮತ್ತು ಔನ್ಸು ತೂಕಗಳನ್ನೂ ನಿಶ್ಚಯಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಗಿದೆ.

1 ಕಿಲೋಗ್ರ್ಯಾಂ = 2.2046223 ಪೌಂಡು.

1 ಪೌಂಡು = .4535924277 ಕಿಲೋಗ್ರ್ಯಾಂ.

ಇವು ನಿಖರ ಎಣಿಕೆಗಳು. ಆದರೆ ಸ್ಥೂಲ ಎಣಿಕೆಯ ಬಗ್ಗೆ 1 ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ = 2.2 ಪೌಂಡುಗಳು ಮತ್ತು 1 ಪೌಂಡು = 0.45 ಕಿಲೋಗ್ರ್ಯಾಂ. ಒಂದು ಔನ್ಸ್ = $\frac{1}{16}$ ರಾತ್ಲು (ಪೌಂಡು).

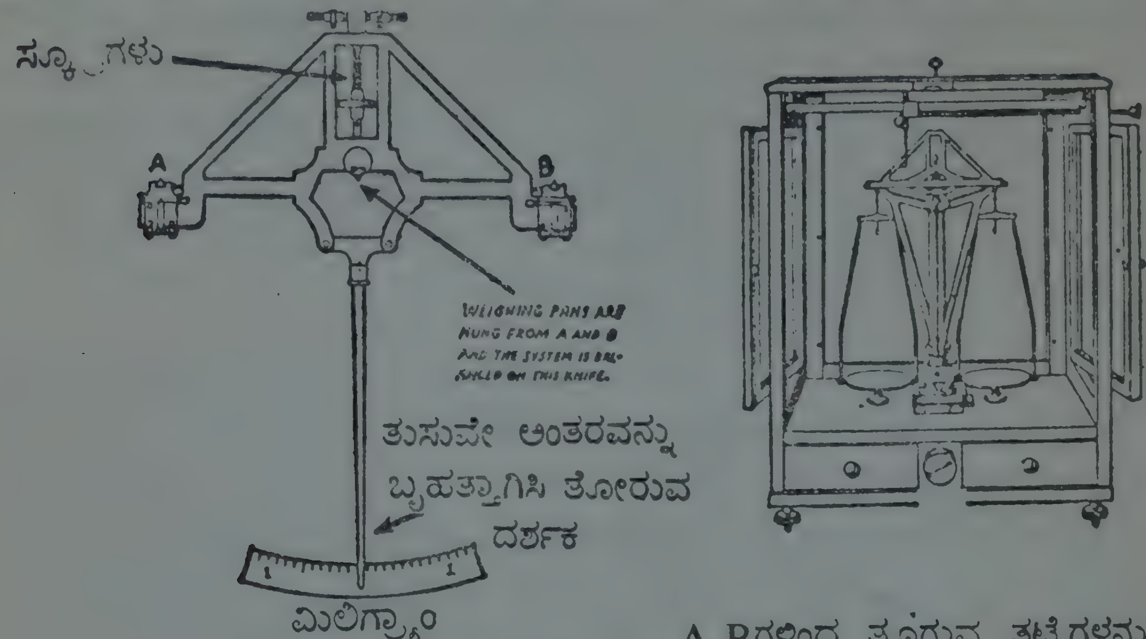
ವಸ್ತುವಿನ ತೂಕವನ್ನಳೆಯಲು ನಾವು ತಕ್ಕಡಿಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತೇವೆ. ವಸ್ತುವನ್ನೂ ಪಡಿಗಳನ್ನೂ ತಟ್ಟೆಗಳಲ್ಲಿಟ್ಟು ತೂಗುತ್ತೇವೆ. ಅವಶ್ಯಕವಿರುವ ನಿಖರತೆಯನ್ನಾಧರಿಸಿ ಹಲವು ತರದ ತಕ್ಕಡಿಗಳಿವೆ: ಅಂದರೆ, ನಿತ್ಯಜೀವನದಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಪರಿಮಾಣಗಳನ್ನು ನಾವು ಅಳೆಯುವುದಿಲ್ಲ. ಅಥವಾ ಅಳೆದುದರಲ್ಲಿ ಚಿಕ್ಕ, ಪುಟ್ಟ ನ್ಯೂನತೆಗಳಿದ್ದರೂ ಬಹಳಪ್ರಮಾದವೆನಿಸದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಒಂದು ರಾತ್ಲು ತೂಕದ ಗೋಧಿಯು 1.065 ರಾತ್ಲು ಇಲ್ಲವೆ, .997 ರಾತ್ಲು ತೂಗಿದರೆ ತಪ್ಪೆನಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಅಂಚೆಯ ಕಾಗದಕ್ಕೆ 4 ಸೆಂಟು ಚೀಟಿ ಹಚ್ಚಿರುತ್ತೇವೆ. ಇದರ ತೂಕವು 1 ಔನ್ಸ್ ಇರುವುದರ ಬದಲು 1.12 ಔನ್ಸ್ ಇದ್ದರೂ ಬಹಳತಪ್ಪಲ್ಲ; ಅಂದರೆ, ಅನೇಕ ವಿಚಾರಗಳಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಎಣಿಕೆಗೆ ನಿತ್ಯಜೀವನದಲ್ಲಿ ಅವಕಾಶವಿಲ್ಲ, ಪ್ರಾಧಾನ್ಯವಿಲ್ಲ. ಭಾರ ನೋಡುವ ಯಂತ್ರಗಳಾದರೂ ನಿಮ್ಮ ಭಾರವನ್ನು 150 ರಾತ್ಲು ಇಲ್ಲವೆ, 151 ರಾತ್ಲು ಎಂದು ಕೊಡುವುವೇ ವಿನಾ 150 ರಾತ್ಲು 5 ಔನ್ಸ್ ಎಂದು ಸೂಚಿಸುವುದಿದೆಯೇ?



ಚಿತ್ರ 4: ಕಿಲೋಗ್ರ್ಯಾಮ್ 20

ಅಂಚೆ ಕಾಗದಗಳನ್ನೂ, ಮನುಷ್ಯನ ಭಾರವನ್ನೂ ತೂಗುವ ಯಂತ್ರಗಳಂತೆಯೇ ಬಹಳ ಭಾರವುಳ್ಳ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ತೂಗುವ ಯಂತ್ರಗಳೂ, ಉದಾ:– ಸ್ಟೀಲ್‌ಯಾರ್ಡ್ (Steel yard) ಮತ್ತು ಬಂಡಿಗಟ್ಟಲೆ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಹೇರಿಸಿ ತೂಗುವ ರೈಲ್ವೇ ತಕ್ಕಡಿಗಳು ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿ ಇರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಡಗಿರುವ ತತ್ವದಲ್ಲೇನೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿಲ್ಲ. ಆದರೆ, ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಅವಶ್ಯಕ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಿದ್ದೇ ಇರುತ್ತವೆ.

ನಿತ್ಯಜೀವನದಲ್ಲಿ, ಹೆಚ್ಚಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮತೆಗೆ ಪ್ರಾಧಾನ ವಿಲ್ಲವೆಂದಮಾತ್ರಕ್ಕೆ ಭೌತ ಮತ್ತು ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಎಣಿಕೆಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಇಂಥ ನಿಖರತೆಯು ಅತ್ಯವಶ್ಯ ಮತ್ತು ಅನಿವಾರ್ಯ ಎಂಬುದನ್ನು ನಾವು ಮರೆಯಬಾರದು. ಔಷಧದ ಬಿಲ್ಲೆಯೊಂದು 5 ಗ್ರೈನ್ ತೂಕವಿರಬೇಕು ಎಂದರೆ, 1 ಗ್ರೈನ್ $\frac{1}{440}$ = ಔನ್ಸ್ $\frac{1}{7040}$ = ರಾತ್ಲು – ಇಷ್ಟು ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಪರಿಮಾಣದ್ದೇ ಆದರೂ, ಆ ಬಿಲ್ಲೆಯ ತೂಕ ಇದಕ್ಕಿಂತ ಎಳ್ಳಷ್ಟೂ ಹೆಚ್ಚಿರಬಾರದು. ಈ ಅಳತೆಗಳಿಗೆ, ಗೆಣಸು ತೂಗುವ ತಕ್ಕಡಿ ಸಾಲದಷ್ಟೆ?



ಚಿತ್ರ 5 A Bಗಳಿಂದ ತೂಗುವ ತಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ತೂಗ ಹಾಕಲಾಗಿದೆ.

ಚಿತ್ರ 5ರಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಗಳನ್ನಳೆಯಲಾಗುವ ತೂಗುಕ್ಕತಡಿಯನ್ನೂ, ಆದರ ಭಾಗಗಳನ್ನೂ ಚಿತ್ರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇದೇ ಸಮಾನ ದಂಡಬಾಹುಗಳುಳ್ಳ (equiarm) ತಕ್ಕಡಿ. ಹರಿತವಾದ ರಿಕಾಪುಗಳ (knifeedges) ಮೇಲೆ ಆಧರಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾದ ತುಲಾದಂಡದ ಒಟ್ಟು ಉದ್ದವಾದರೋ ಸುಮಾರು 7″ ಇದೆ. ದಂಡದ ಆಂದೋಲನಗಳನ್ನು, ತಕ್ಕಡಿಯ ತೂಗುವಿಕೆಯನ್ನು ಅದರ ಮುಂಭಾಗದ ದರ್ಶಕ (pointer) ವು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಈ ದರ್ಶಕವು ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಅಂಕಣಗಳುಳ್ಳ ಸ್ಕೇಲಿನ ಮುಂದೆ ಅತ್ತಿಂದಿತ್ತ ಚಲಿಸುತ್ತ, ಎಲ್ಲಿ ಸಮಸ್ಥಿತಿಗೆ ಬರುತ್ತದೆಯೋ ಆ ಬಿಂದುವನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ವಸ್ತುವು ತೂಕದ ಪಡಿಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ತೂಗುವುದೋ, ಕಮ್ಮಿಯೋ, ಎಂಬುದನ್ನು ಲೆಕ್ಕಹಾಕಬಹುದು. ಈ ತಕ್ಕಡಿಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವಾಗ ಅವಶ್ಯಕವಾಗಿಯೂ ಇದನ್ನು ಗಾಳಿಯ ಚಲನವಲನಗಳಿಲ್ಲದ ಮತ್ತು ಏಕಪ್ರಕಾರದ ಉಷ್ಣತೆಯ ಆವರಣದಲ್ಲೇ ಉಪಯೋಗಿಸುವುದಲ್ಲದೆ, ನಮ್ಮ ದೇಹದ ಕಾವಿನಿಂದಲೂ ಇದರಲ್ಲಿ ನ್ಯೂನತೆಗಳು ತಲೆದೋರಲು ಬಿಡಲಾಗದು. ಅಂದರೆ, ಇದನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವಾಗ ಅವರಿಂದ ತಕ್ಕಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲೇ ಇದ್ದು ಅಳತೆಗಳನ್ನು ನೋಡಬೇಕು.

ಈ ಸಮಾನ ದಂಡಬಾಹುಗಳ (Equiarm Balance) ತಕ್ಕಡಿಯಿಂದ 1 ಔನ್ಸಿನ $\frac{1}{2800000}$ ಅಂಶವನ್ನೂ ತೂಗಬಹುದು. ಅಂದರೆ, ಈ ಪುಸ್ತಕದ ಹಾಳೆಯೊಂದನ್ನು ಮೊದಲು ತೂಗಿಕೊಳ್ಳಿರಿ. ಅನಂತರ ಅದರ ಮೇಲೆ ನಾಲ್ಕು ಶಬ್ದಗಳನ್ನು ಗೀಚಿ ಪುನಃ ತೂಗಿರಿ; ತುಸು ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ, ಕೇವಲ ಒಂದು ಶಬ್ದ ಬರೆಯಲು ಬೇಕಾದ ಮಸಿಯ ತೂಕವನ್ನೂ ನೀವು ಈ ಯಂತ್ರದಿಂದ ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಬಹುದು ಎಂದಾಯಿತಷ್ಟೇ?

ಜನಸಾಮಾನ್ಯರು ಇಂಥ ಪಡಿಗಳನ್ನು, ಅಂದರೆ ಔನ್ಸ್, ರಾತ್ಲು ಮೊದಲಾದ ಪಡಿಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಆದರೆ, ವಿಜ್ಞಾನಿಯ ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಈ ಅಳತೆಯ ಕ್ರಮವು ಅಷ್ಟೊಂದು ಸುಖಕರವಲ್ಲ; ಆತ

ನಾದರೋ, ಅಳತೆಗಳಲ್ಲಿನ ನಿಖರತೆಗೆ ಮತ್ತು ಅಳತೆಗಳ ಸೌಲಭ್ಯದ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ದಶಕ (metric) ಪದ್ಧತಿಯ ತೂಕದ ಅಳತೆಗಳನ್ನೇ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾನೆ.

ಮೆಟ್ರಿಕ್ ಪದ್ಧತಿ

ಇದರಲ್ಲಿ ಮೀಟರನ್ನು ಹತ್ತು, ನೂರು, ಸಾವಿರ ಎಂಬ ಹತ್ತರ ಘಾತಗಳಷ್ಟು ಸಮಭಾಗಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಡೆಸಿ (deci) = $\frac{1}{10}$; ಸೆಂಟಿ (centi) = $\frac{1}{100}$; ಮಿಲ್ಲಿ (milli) = $\frac{1}{1000}$ ಮೈಕ್ರೋ (micro) = $\frac{1}{1000000}$ ಎಂಬ ಉಪವರ್ಗಗಳನ್ನು ಅಳತೆಮಾನಗಳ ಹಿಂದೆ ಉಪಯೋಗಿಸುವುದರಿಂದ, ಚಿಕ್ಕ ಭಾಗಗಳನ್ನು ನಿರ್ದೇಶಿಸುತ್ತೇವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಮೈಕ್ರೋಮೀಟರ್ = $\frac{1}{1,000,000}$ ಮೀಟರ್; ಸೆಂಟಿಗ್ರ್ಯಾಂ $\frac{1}{100}$ ಗ್ರ್ಯಾಂ; ಇನ್ನೂ ಹಾಗೆಯೇ ದೊಡ್ಡ ಅಳತೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುವ ಅಳತೆಯೆಂದರೆ ಕಿಲೋಗ್ರ್ಯಾಂ, ಕಿಲೋಮೀಟರ್. ಕಿಲೋ (Kilo) = 1000. ಕಿಲೋಮೀಟರ್, ಕಿಲೋಗ್ರ್ಯಾಂಗಳು, ಕಿಲೋಲೀಟರ್‌ಗಳು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ 1000 ಮೀಟರ್, ಗ್ರ್ಯಾಂ ಮತ್ತು ಲೀಟರ್‌ಗಳನು ನಿರ್ದೇಶಿಸುತ್ತವೆ. ಅಂತೂ ಈ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿ $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{52}$ ಇತ್ಯಾದಿ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಪ್ರಸಂಗ ಬೀಳುವುದಿಲ್ಲ. ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಏಕಮಾನವು ಗ್ರ್ಯಾಂ ಮತ್ತು ಘನಫಲದ ಏಕಮಾನವು ಲೀಟರ್; ಇವುಗಳನ್ನಾಧರಿಸಿದ, ಈ ಕೆಳಗಿನ ಕೋಷ್ಟಕಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ:

ಉದ್ದದ ಅಳತೆ — ಮೀಟರ್

10 ಮಿಲ್ಲಿಮೀಟರ್	—	1 ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್
10 ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್	—	1 ಡೆಸಿಮೀಟರ್
10 ಡೆಸಿಮೀಟರ್	—	1 ಮೀಟರ್
1,000 ಮೀಟರ್	—	1 ಕಿಲೋಮೀಟರ್ (0.62 ಮೈಲಿ)

ತೂಕಗಳ ಅಳತೆ — ಗ್ರ್ಯಾಂ

10 ಮಿಲಿಗ್ರ್ಯಾಂ	—	1 ಸೆಂಟಿಗ್ರ್ಯಾಂ
10 ಸೆಂಟಿಗ್ರ್ಯಾಂ	—	1 ಡೆಸಿಗ್ರ್ಯಾಂ
10 ಡೆಸಿಗ್ರ್ಯಾಂ	—	1 ಗ್ರ್ಯಾಂ
1,000 ಗ್ರ್ಯಾಂ	—	1 ಕಿಲೋಗ್ರ್ಯಾಂ (2.2 ರಾತ್ಲು)

ದ್ರವ್ಯಗಳ ಅಳತೆ — ಲೀಟರ್

10 ಮಿಲಿಲೀಟರ್	—	1 ಸೆಂಟಿಲೀಟರ್
10 ಸೆಂಟಿಲೀಟರ್	—	1 ಡೆಸಿಲೀಟರ್
10 ಡೆಸಿಲೀಟರ್	—	1 ಲೀಟರ್
1,000 ಲೀಟರ್	—	1 ಕಿಲೋಲೀಟರ್

ಇಂಚಿನಲ್ಲಿ 2.54 ಸೆಂಟಿಮೀಟರುಗಳಿವೆ. ಒಂದು ಔನ್ಸಿನಲ್ಲಿ 28,000 ಮಿಲಿಗ್ರ್ಯಾಂಗಳಿವೆ; ಸರಿಯಾಗಿ ಒಣಗಿದ (ಪಸೆ ಇಲ್ಲದ) ಉಸುಕಿನ ಕಣವೊಂದು 1 ಮಿಲಿಗ್ರ್ಯಾಂ ತೂಗುತ್ತದೆ. 1 ಮಿಲಿಯ ಮಿಲಿಗ್ರ್ಯಾಂಗಳೆಂದರೆ 1 ಕಿಲೋಗ್ರ್ಯಾಂ (2.2 ರಾತ್ಲುಗಳು).

ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ, ಘನಫಲ ಮತ್ತು ಸಾಂದ್ರತೆ

ಕಲ್ಲು, ಕಬ್ಬಿಣಗಳು ಭಾರವಾಗಿವೆ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯ ಸಂಚಯವು ಹೆಚ್ಚಿದ್ದರೆ, ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ಅದರ ಭಾರವು–ಅದನ್ನು ಭೂಮಿ ಆಕರ್ಷಿಸುವ ಬಲವು – ಹೆಚ್ಚೇ. ಆದರೆ, ಕಲ್ಲು ಭಾರವಾಗಿದೆ ಎನ್ನುವುದರ ಸಾಮಾನ್ಯ ಅರ್ಥವೋ ಅದರಲ್ಲಿನ ಪದಾರ್ಥ ಸಾಂದ್ರತೆ (density of matter) ಹೆಚ್ಚು ಎಂಬುದು. ಹೀಗೆಂದರೇನು?

ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವಿನ ತೂಕ, ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ (mass) ಮತ್ತು ಭಾರ (weight)ಗಳು ಒಂದೇ ಅರ್ಥದವುಗಳಲ್ಲ. ನಿತ್ಯಜೀವನದಲ್ಲಿ ಇದನ್ನು ಸಮಾನಾರ್ಥ ಪದಗಳೆಂದು ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಂಡರೂ, ಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಪರಿಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಇವು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಅರ್ಥದವುಗಳೇ. ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನೇನೋ ನಾವು ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ, ಪದಾರ್ಥಸಂಚಯವೆಂದು ನಿರ್ವಚಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಆದರೆ ಇದೂ ಕೂಡ ಪೂರ್ಣ ಸ್ವತಂತ್ರವಾದ ನಿರ್ವಚನೆಯೇನೂ (definition) ಅಲ್ಲವೆಂಬುದನ್ನು ಮರೆಯಬಾರದು. ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯ ರಾಶಿಯು ಅದರ ಪ್ರಧಾನ ಮೂಲಲಕ್ಷಣಗಳಲ್ಲೊಂದು, ಅದನ್ನು ಇನ್ನೊಂದು ರೀತಿಯಲ್ಲಿಯೂ ನಿರ್ವಚಿ ಸುವುದಿದೆ: ಚಲನೆಯ ಉತ್ಕರ್ಷಾಪಕರ್ಷಗಳಿಗೆ ವಸ್ತುವು ಒಡ್ಡುವ ಪ್ರತಿಭಟನೆಯೇ ಅದರ ಜಡತ್ವದ (inertia) ಇಲ್ಲವೆ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಅಳತೆಗೆ ಸಹಾಯಕವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಭಾರ (weight) ವೆಂದರೆ ಭೂಮಿಯು ಆ ವಸ್ತುವನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಬಲ (force). ಅಂದರೆ ತೂಕ, ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ, ಜಡತ್ವ ಮೊದಲಾದ ಪದಗಳಿಂದ ನಾವು ಒಂದಷ್ಟು ದ್ರವ್ಯಮಾನವನ್ನು ಅಳೆದುಕೊಂಡರೆ, ಭಾರಪದ ದಿಂದ ಬಲವೊಂದನ್ನು ಅಳೆಯುತ್ತೇವೆ ಎಂದುಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ವಸ್ತುವೊಂದರ ತೂಕವು ಎಲ್ಲಾ ಕಡೆಯಲ್ಲಿ ಯೂ ಏಕಪ್ರಕಾರವಾಗಿದ್ದರೂ ಭಾರವು ಹೆಚ್ಚು ಕಮ್ಮಿಯಾಗುತ್ತಲೇ ಇರುತ್ತದೆ; ವಸ್ತು ಹೆಚ್ಚು ಆಕರ್ಷಣೆ ಗೀಡಾದಲ್ಲಿ ಭಾರವು ಹೆಚ್ಚು. ಒಬ್ಬ ವ್ಯಕ್ತಿಯ ಭಾರವು ಸಮುದ್ರಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ 150 ಪೌಂಡು ಇರುತ್ತದೆ, ಎನ್ನಿರಿ. ಅವನೇ ಎತ್ತರದ ಪರ್ವತವೊಂದರ ತುದಿನುಯನ್ನೇರಿದಾಗ ಆತ ಭೂಕೇಂದ್ರದಿಂದ ಹೆಚ್ಚು ದೂರ ಸರಿಯುವ ಕಾರಣ ಆತನ ಭಾರವು ತುಸು ಕಮ್ಮಿ. ಅಂದರೆ, ಭೂಕೇಂದ್ರದಿಂದ ದೂರಕ್ಕೆ ಸರಿದಂತೆ, ವಸ್ತುವಿನ ಭಾರವು ಕಮ್ಮಿಯಾಗುತ್ತದೆ ಎಂದಾಯಿತು. ಆದರೆ, ಅದರಲ್ಲಿನ ತೂಕವು–ಜಡತ್ವವು–ಹಿಂದಿ ನಂತೆಯೇ ಇರುತ್ತದೆ ಎನ್ನುವುದು ಮರೆಯತಕ್ಕ ವಿಷಯವಲ್ಲ. ಭೂಮಿಯಿಂದ ಸಹಸ್ರಗಟ್ಟಳೆ ಮೈಲಿ ದೂರದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ, ಭೂಮಿಯ ಹಿಡಿತಕ್ಕೊಳಪಡದೇನೇ ವೇಗವಾಗಿ ಸುತ್ತುತ್ತಲಿರುವ ಉಲ್ಕೆ ಗಳೋ, ಉಪಗ್ರಹಗಳೋ, ಪದಾರ್ಥಸಂಚಯವನ್ನೇನೋ ಪಡೆದಿವೆ. ಆದರೆ, ಇವು ಭಾರವಿಲ್ಲದವು ಗಳು – ಅಂದರೆ, ಭೂಮಿಯ ಆಕರ್ಷಣೆಗೀಡಾಗಿಲ್ಲ ಎಂದರ್ಥ. ಅಂಥ ಆಕರ್ಷಣೆಗೀಡಾದೊಡನೆ ಇವು ಭಾರವನ್ನು ಪಡೆಯುವುವು. ಹೀಗೆ ಪದಾರ್ಥವು ನಿತ್ಯವೆನಿಸಿದರೂ ಅದೇ ಪದಾರ್ಥದ ಭಾರವು ಹೆಚ್ಚು ಕಡಿಮೆ ಆಗುವುದನ್ನು ನಾವು ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಲಿನ ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲೆಲ್ಲೂ ಕಾಣುತ್ತಲಿದ್ದೇವೆ.

ಇನ್ನು ಪದಾರ್ಥದ ಹಂಚಿಕೆಯ ವಿಚಾರ – ಸಮಗಾತ್ರವುಳ್ಳ ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿನ ದ್ರವ್ಯ ಸಂಚಯವೇನೂ ಒಂದೇ ಇರಬೇಕಿಲ್ಲ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ತುಂಬಾ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರಲೂಬಹುದು. ಘನ ಅಡಿ ಗಾತ್ರದ ಕಬ್ಬಿಣದಲ್ಲಿ ಅಷ್ಟೇ ಗಾತ್ರದ ಮರಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಪದಾರ್ಥಸಂಚಯವಿದೆ, ಈ ಪದಾರ್ಥ ಸಂಚಯದ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ಘನಅಡಿ ಕಬ್ಬಿಣವು, ಘನಅಡಿ ಮರಕ್ಕಿಂತ ಭಾರವೂ ಆಗಿದೆ. ಇವುಗಳ ಗಾತ್ರವು ಒಂದೇ ಎಂಬುದನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಮರೆಯಬಾರದು. 'ಒಂದು ರಾತ್ಲು ಕಬ್ಬಿಣ ಭಾರವೋ, ಒಂದು ರಾತ್ಲು ಹತ್ತಿ ಭಾರವೊ?' ಎಂದು ಕೇಳುವ ಪ್ರಶ್ನೆಯೊಂದಿದೆ. ಇವೆರಡೂ ಸಮಭಾರದವುಗಳು. ಆದರೂ ಅವಸರದಲ್ಲಿ ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಯನ್ನು ಉತ್ತರಿಸುವ ಮಕ್ಕಳು ಸಮಾನಗಾತ್ರದ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ನೆನೆದು ಕಬ್ಬಿಣ ಭಾರ ಎನ್ನುವುದಿದೆ. ಆದರೆ, ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಕಬ್ಬಿಣವು ಕಮ್ಮಿ ಗಾತ್ರವುಳ್ಳದಿದೆ, ಹತ್ತಿ ಹೆಚ್ಚು ಅವಕಾಶ ವನ್ನು ಆಕ್ರಮಿಸುತ್ತದೆ.

ಘನೈಕಮಾನ (cubic unit) ಪದಾರ್ಥದಲ್ಲಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಆ ಪದಾರ್ಥದ ಸಾಂದ್ರತೆ (density) ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಜನಸಂಖ್ಯೆಯ ಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನು ಚದರಮೈಲಿಗೆ ಇಂತಿಷ್ಟು ಎಂದು ಹೇಳುತ್ತೇವೆಯಷ್ಟೆ. ಹಾಗೆಯೇ, ಪದಾರ್ಥದ ಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನು ಘನಅಡಿಗೆ ಇಂತಿಷ್ಟು ರಾತ್ಲು, ಇಲ್ಲವೆ ಘನ ಸೆಂಟಿಮೀಟರಿಗೆ ಇಂತಿಷ್ಟು ಗ್ರ್ಯಾಂ ಎನ್ನುವುದರಿಂದ ವಸ್ತುಗಳ ಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತೇವೆ. ಸಾಂದ್ರತರ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಪದಾರ್ಥವು ಹತ್ತಿರ ಹತ್ತಿರವಾಗಿ ಸಂಚಿತವಾಗಿದೆ. ವಿರಳ, (less dense)

ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ದೂರದೂರವಾಗಿ ಸಂಚಿತವಾಗಿದೆ. ಇದೇ ಅರ್ಥದ ಕಲ್ಪನೆಯು 'ಕಬ್ಬಿಣವು ಮರಕ್ಕಿಂತ ಸಾಂದ್ರತರ', 'ರಸವು (Mercury)ಕಬ್ಬಿಣಕ್ಕಿಂತ ಸಾಂದ್ರವಾಗಿದೆ', ಇಲ್ಲವೆ 'ಸೀಸವು ಅಲ್ಯುಮಿನಿಯಂ ಗಿಂತ ಸಾಂದ್ರವಾಗಿದೆ' ಎಂಬ ಹೇಳಿಕೆಗಳಿಂದ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ.

4 ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡ್ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಸಮುದ್ರಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ 1 ಘನಸೆಂಟಿಮೀಟರ್ ಶುದ್ಧ ನೀರು 1 ಗ್ರ್ಯಾಂ ತೂಗುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ ನೀರಿನ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ಘನಸೆಂಟಿಮೀಟರ್ ಒಂದರ 1 ಗ್ರಾಂ. ಕಮ್ಮಿ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ಕಮ್ಮಿ, ಹೆಚ್ಚಿನ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ಕಮ್ಮಿ. ಐಸ್‌ನ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ನೀರಿನ ಸಾಂದ್ರತೆಗಿಂತ ಕಮ್ಮಿ. ಅಂತೂ ನೀರಿನ ಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನು ಹೇಳುವಾಗ 4°C ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಹೇಳುವ ರೂಢಿಯಿಲ್ಲ.

ಕೆಳಗಿನ ಕೋಷ್ಟಕವು ಹಲವು ಧಾತು ಮತ್ತು ಯೌಗಿಕ (compound)ಗಳ ಸಾಂದ್ರತೆಗಳನ್ನು ಕೊಡುತ್ತದೆ.

ಸಾಂದ್ರತೆ (ಘ. ಸೆಮೀ.ಗೆ ಗ್ರ್ಯಾಂಗಳಲ್ಲಿ)

ಪ್ಲೆಟಿನಮ್	—	21.5	ಶುದ್ಧನೀರು	—	1.00
ಬಂಗಾರ	—	19.3	ಸಮುದ್ರದ ನೀರು	—	1.03
ರಸ	—	13.6	ಹಿಮಗಡ್ಡೆ	—	0.92
ಸೀಸ	—	11.4	ಆಲ್ಕೊಹಾಲ್	—	0.80
ಬೆಳ್ಳಿ	—	10.5	ಓಕ್ ಮರ	—	0.57
ತಾಮ್ರ	—	8.9	ಕೋರ್ಕ್	—	0.24
ಕಬ್ಬಿಣ	—	7.86	ಆಮ್ಲಜನಕ	—	.0014
ಅಲ್ಯುಮಿನಿಯಂ	—	2.7	ಜಲಜನಕ	—	.00009

1 ಘನಅಡಿ ಶುದ್ಧನೀರು 62.5 ರಾತ್ತಲ್ಲ ತೂಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ತಿಳಿದರೆ ಮೇಲಿನ ಕೋಷ್ಟಕ ಸಹಾಯದಿಂದ ನೀವು ವಸ್ತುಗಳ ಸಾಪೇಕ್ಷ ತೂಕಗಳನ್ನು ತಿಳಿಯಬಹುದು, ತಕ್ಕಡಿ ಮತ್ತು ಅಡಿಕೋಲು ಗಳ ನೇರ ಸಹಾಯವಿಲ್ಲದೇನೇ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ತೂಗಬಹುದು, ಅಳೆಯಬಹುದು. ಅಲ್ಲದೆ, ಅನೇಕವೇಳೆ ವ್ಯಾಪಾರಿಯು ನಿಮ್ಮನ್ನು ಮೋಸಮಾಡಿರುವನೆ ಎಂದೂ ತಿಳಿಯಬಹುದು. ಈ ಕೆಳಗಿನ ಉದಾಹರಣೆ ಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ:

(1) ಕೈಪರ್ಕಿನ್ಸ್ ಎಂಬಾತ 5 ಸೆ.ಮೀ. $\times$ 10ಸೆಮೀ $\times$ 20ಸೆಮೀ. ಇದ್ದು 24ರಾತ್ತಲ್ಲ ತೂಗುವ ಬಂಗಾರದ ಇಟ್ಟಿಗೆಯೊಂದನ್ನು ಕೊಂಡು 500 ಡಾಲರ್ ಕೊಟ್ಟನು. ಆತನು ಮೋಸಹೋದನೆ?

ಉತ್ತರ: ಇಟ್ಟಿಗೆಯ ಘನಪರಿಮಾಣವು 1,000 ಘನಸೆಂಟಿಮೀಟರ್. ಅಂದರೆ ತೂಕವು $19.3 \times 1000 = 19{,}300$ ಗ್ರ್ಯಾಂ. 1,000 ಗ್ರಾಂ ಅಂದರೆ 2.2 ರಾತ್ತಲ್ಲಗಳಿಗೆ ಸಮ. 19,300 ಗ್ರ್ಯಾಂಗಳಿಗೆ $42\frac{1}{2}$ ರಾತ್ತಲ್ಲಗಳು ಸಮ. ಅಂದಬಳಿಕ 24 ರಾತ್ತಲ್ಲ ತೂಕದ ಇಟ್ಟಿಗೆಯು ಬಂಗಾರವಲ್ಲ, ಇನ್ನಾವುದೋ ನೀಚಲೋಹದ್ದು. ಪರ್ಕಿನ್ಸ್ ಮೋಸಹೋದನೆಂದು ಬೇರೆ ಹೇಳಬೇಕಿಲ್ಲ.

(2) 2 ಟನ್ ಲಾರಿಯಲ್ಲಿ $7^1 \times 9^1 \times 2^1$ ಪರಿಮಾಣದ ಕಬ್ಬಿಣವನ್ನು ಹೊರಿಸಿ ಒಬ್ಬನು ಸೇತುವೆಯೊಂದನ್ನು ದಾಟಲಿರುವನು. ಸೇತುವೆಯ ಮೇಲೆ 20 ಟನ್‌ಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚನ್ನು ಸಾಗಿಸಲಾಗದು ಎಂದು ಎಚ್ಚರಿಕೆ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. ಹಾಗಿದ್ದರೆ ಆತನು ಸೇತುವೆಯನ್ನು ಸುಗಮವಾಗಿ ದಾಟಬಲ್ಲನೆ?

ಉತ್ತರ: ಕಬ್ಬಿಣದ ಘನಪರಿಮಾಣವು $7^1 \times 9^1 \times 2^1 = 126$ ಘ.ಅಡಿ. 126 ಘನಅಡಿ ನೀರಿನ ತೂಕವು 126×62.5 ರಾತ್ತಲ್ಲ $= 7875$ ರಾತ್ತಲ್ಲ. ಕಬ್ಬಿಣದ ಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನು ಘನಸೆಂಟಿಮೀಟರ್‌ಗೆ 7.6 ಗ್ರ್ಯಾಂ ಎಂದಿಟ್ಟುಕೊಂಡರೆ, ನೀರಿಗೆ ಇದು ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ 7.6 ಪಾಲು ತೂಗುವ ನಿಮಿತ್ತ, ಇಷ್ಟು

ಕಬ್ಬಿಣದ ತೂಕವು 7875 × 7.6 ರಾತ್ಲು = 59,850 ರಾತ್ಲು. 27 ಟನ್ನಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು. ಆದುದರಿಂದ, ಆ ಸೇತುವೆಯನ್ನು ದಾಟುವುದರಿಂದ ಅಪಾಯವಿದೆ.

(3) ನನ್ನ ಐಸ್ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯಲ್ಲಿ 2 ಘನ ಅಡಿ ಐಸನ್ನು ಮಾತ್ರ ತುಂಬಬಹುದು. 100 ರಾತ್ಲು ಐಸನ್ನು ಇದರಲ್ಲಿ ತುಂಬಬಲ್ಲೆನೆ?

ಉತ್ತರ: ಒಂದು ಘನಅಡಿ ಐಸಿನ ತೂಕವು 62.5 × 0.92 ರಾತ್ಲು ಅಂದರೆ, 57.04 ರಾತ್ಲು. ಆದುದರಿಂದ 2 ಘನಅಡಿ ಐಸ್ 114 ರಾತ್ಲು ತೂಗುತ್ತದೆ, ಕಾರಣ, 100 ರಾತ್ಲು ಐಸಿನ ಘನಪರಿಮಾಣವು ಘನ ಅಡಿಗಿಂತ ಕಮ್ಮಿ ಇದ್ದು, ಇದನ್ನು ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯಲ್ಲಿ ತುಂಬಬಹುದು.

ಸುಲಭ ಗಣನೆಯ ಹಲವು ಸೂತ್ರಗಳೇ ಅಳತೆಯಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಉಪಯುಕ್ತ ಉಪಕರಣಗಳೆಂದರೂ ತಪ್ಪಿಲ್ಲ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಸಾಂದ್ರತೆ, ಘನಪರಿಮಾಣ ಮತ್ತು ತೂಕಗಳ ಸಂಬಂಧಗಳನ್ನು ಕೆಳಗೆ ಗಮನಿಸಿರಿ. ಈ ಸೂತ್ರಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಪ್ರತ್ಯಕ್ಷವಾದ ಉಪಕರಣಗಳಿಲ್ಲದೇನೆ ಅಳೆಯಬಹುದು.

(1) ತೂಕ = ಸಾಂದ್ರತೆ × ಘನಪರಿಮಾಣ

$(M = D \times V)$

(2) $\text{ಸಾಂದ್ರತೆ} = \dfrac{\text{ತೂಕ}}{\text{ಘನಪರಿಮಾಣ}}$

$$\left(D = \frac{M}{V} \right)$$

(3) $\text{ಘನಪರಿಮಾಣ} = \dfrac{\text{ತೂಕ}}{\text{ಸಾಂದ್ರತೆ}}$

$$\left(V = \frac{M}{D} \right)$$

ಭಾಗ ಎರಡು

ಪದಾರ್ಥದ ಅದ್ಭುತ

ಪದಾರ್ಥದ ಅಣು......ಅಣುಗಳ ಚಲನೆ......ಬ್ರೌನಿನ ಚಲನೆ......ಪರಮಾಣು ಗಳೆಂದರೇನು......ವಿಶ್ವದ ರಚನೆಯ ಮೂಲ ಕಣಗಳು......ಅಣು-ಪರಮಾಣುಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ......ಪದಾರ್ಥದ ಮೂರು ಅವಸ್ಥೆಗಳು......ಪದಾರ್ಥರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಏಕೆ? ಹೇಗೆ? ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳ ಉತ್ತರ......ಘನವಸ್ತುವಿನ ಆಕಾರ......ದ್ರವ್ಯಕ್ಕೇತಕ್ಕೆ ವಿಶಿಷ್ಟ ಆಕಾರವಿಲ್ಲ?...... ಅನಿಲಗಳ ಅಣುಗಳು......ಒತ್ತಡ ಮತ್ತು ಉಷ್ಣತೆಯ ಪರಿಣಾಮಗಳು......ಘನವಸ್ತುಗಳ ದ್ರವೀಕರಣ ಹಾಗೂ ದ್ರವ್ಯಗಳ ಘನೀಭವನ......ದ್ರವಗಳ ತೆಳ್ಳನೆಯ ಹೊದಿಕೆಗಳು...... ದ್ರವಗಳ ತಲದ ಬಲಗಳು......ಬಾಷ್ಪೀಭವನ......ವಾಸನೆ......ನೀರಿನಿಂದ ಒದ್ದೆಯಾಗುವ ಬಗೆ......ವಸ್ತ್ರಗಳಿಂದ ಮೈ ಉಜ್ಜುವ ತತ್ವ – ನೀರಿನ ಹೀರುವಿಕೆ...ಲೋಮನಾಳಗಳ ಮೂಲಕ ದ್ರವಗಳ ಉದ್ಧಾರ......ಅತ್ತಿಂದಿತ್ತ ಇತ್ತಿಂದತ್ತ, ಸ್ವಚ್ಛಂದ ಚಲನೆ......

ಹೊರ ತೋರಿಕೆಗೆ ಪದಾರ್ಥವೆಲ್ಲವೂ ನಮ್ಮಲ್ಲಿ ವಿಚಾರವನ್ನೋ, ಕುತೂಹಲವನ್ನೋ ಕೆರಳಿ ಸುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಇದರ ಅಂತರ್ರಚನೆಯನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿದರೆ, ಅತ್ಯಂತ ಸಮಸ್ಯಾತ್ಮಕ ಮತ್ತು ಕುತೂಹಲಪ್ರದ ಪ್ರಪಂಚವೊಂದು ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣೆದುರಿಗೆ ಬಂದು ನಿಲ್ಲುತ್ತದೆ. ಜೂಲ್ಸ್‌ವರ್ನ್ ಇಲ್ಲವೆ, ವೆಲ್ಸ್ ಇವರ ಕಲ್ಪನೆಯ ಕಟ್ಟುಕತೆಗಳನ್ನೂ ನಾಚಿಸಬಲ್ಲ ಸ್ವಾರಸ್ಯಮಯ ವಿಚಾರಗಳು ಸತ್ಯಾನ್ವೇಷಣೆ ಯಲ್ಲಿ ಬೆಳಕು ಕಾಣುತ್ತವೆ.

ಘನವಸ್ತುಗಳಿಗೆಲ್ಲಾ (ಗಟ್ಟಿವಸ್ತು, solid) ತಂತಮ್ಮ ವಿಶಿಷ್ಟ ಹಾಗೂ ಸ್ವತಂತ್ರ ಆಕಾರವಿದೆ, ದ್ರವಗಳಿಗೆ ಇಂಥ ಆಕಾರವಿಲ್ಲ. ದ್ರವವು ತಾನು ತುಂಬುವ ಪಾತ್ರೆಯ ಆಕಾರವನ್ನೇ ಪಡೆಯುತ್ತದೆ. ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಒಂದರ ಮೇಲೆ ಒಂದರಂತೆ ಇಡುತ್ತ ರಾಶಿ ಹಾಕುತ್ತಾ ಹೋಗಬಲ್ಲೆವು, ನೀರಿನ ಹಾಳೆ ಗಳನ್ನು ಹೀಗೆಯೇ ರಾಶಿಹಾಕಲಾರೆವಷ್ಟೆ? ಗಟ್ಟಿವಸ್ತುಗಳಲ್ಲೂ ಉಕ್ಕು ಕಠಿಣವಾಗಿದೆ, ಬೆಣ್ಣೆ ಮೃದು ವಾಗಿದೆ; ಐಸನ್ನು ತುಸುವೇ ಬಿಸಿಮಾಡಿದರೆ ಅದು ಕರಗಿ ನೀರಾಗುತ್ತದೆ. ನೀರನ್ನು ಹಾಗೆಯೇ ತಂಪಿಗೀಡು ಮಾಡಿದರೆ ಅದು ಐಸ್ (ಹಿಮ) ಆಗುತ್ತದೆ, ಇದು ಹೇಗೆ? ಏಕೆ? ನೀರನ್ನು ಕುದಿಸಿದಾಗ ಅದು ಏನಾಗು ತ್ತದೆ? ಕ್ಯಾಬೇಜನ್ನು ಬೇಯಿಸಿದಾಗ ಅದರ ವಾಸನೆಯು ಕೋಣೆಯನ್ನೆಲ್ಲಾ ಹೇಗೆ, ಏಕೆ ಆವರಿಸುತ್ತದೆ? ಈ ವಾಸನೆ ಎಂದರೇನು? ಇಂಥ ಅನೇಕ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ಚಿಕ್ಕ ಮಕ್ಕಳ ಮನಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಉದಿಸುತ್ತವೆ. ಉತ್ತರ ಹೊಳೆಯದಿರುವ ದೊಡ್ಡವರು, 'ಮಗೂ ಸುಮ್ಮಗಿರು', 'ಇದು ಬಹಳ ಕಠಿಣ ಪ್ರಶ್ನೆ ಇದಕ್ಕೆ ಉತ್ತರ ತಿಳಿಯಬೇಕಾದರೆ ನೀನು ದೊಡ್ಡವನಾಗಬೇಕು' ಎಂಬ ಸಮಾಧಾನಗಳನ್ನು ಹೇಳುವುದಿದೆ. ಅನೇಕರು ತಾವು ಈ ವಿಚಾರಗಳ ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ಬಿಡಿಸಲು ಯತ್ನಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ವಿಚಿತ್ರಗಳ ಲೋಕವನ್ನು ಪ್ರವೇ ಶಿಸಿದ ಆಲಿಸಳಂತೆ ನಾವು ಈ ಪದಾರ್ಥ ಲೋಕವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿದರೇನೇ ಇವುಗಳ ಉತ್ತರಗಳನ್ನು ಪಡೆಯ ಬಹುದು.ಈ ಬಗ್ಗೆ ನಾವು ಬಹಳ ಚಿಕ್ಕವರಾಗಬೇಕು. ಬಹಳ ಚಿಕ್ಕವರಾಗಿ ಪದಾರ್ಥದೊಳಗೆ, ಅದರ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರಪಂಚದೊಳಗೆ ಪ್ರವೇಶ ಪಡೆಯಬೇಕು.

ಪದಾರ್ಥದಲ್ಲಿ ಮಿಲಿಯ, ಮಿಲಿಯ, ಮಿಲಿಯ, ಮಿಲಿಯಗಳ (10^{24} = quadrillion) ಷ್ಟು, ಕ್ಷುದ್ರ ಸ್ವತಂತ್ರ ಕಣಗಳಿವೆ – ಅಣುಗಳಿವೆ. ಈ ಕಣಗಳೋ ತಾವು ಅತ್ಯಂತ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿವೆ. ಯಾವ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕವೂ ಒಂದು ಅಣುವನ್ನು ದೃಷ್ಟಿಸಲಾರದು. i ಯ ಬೊಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 1 ಮಿಲಿಯ ಅಣುಗಳನ್ನು ಹುದುಗಿಸಿಡಬಹುದು, ಮತ್ತೂ ತುಸು ಜಾಗ ಉಳಿಯುತ್ತದೆ, ಎಂದರೆ

ಇವೆಷ್ಟು ಚಿಕ್ಕವು ಎಂಬುದರ ಕಲ್ಪನೆ ಆಗುತ್ತದೆ. ಅರ್ಧ ಗ್ಯಾಲನ್ ನೀರನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಿರಿ.ಇದರಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿ ನೀರಿನ ಅಣುವೂ ತಾನು ಒಂದು ಮರಳ ಕಣದಷ್ಟು ದೊಡ್ಡದಾಯಿತೆಂದರೆ ಆ ಕಣಗಳೆಲ್ಲವೂ ಸೇರಿ ಸಹ ರಾಕ್ಕಿಂತಲೂ ವಿಶಾಲ ಮರುಭೂಮಿಯನ್ನುಂಟುಮಾಡಬಲ್ಲುವು. ಎಫ್, ಡಬ್ಲ್ಯು. ಆಸ್ಟನ್‌ಇನ್ನೊಂದು ನಿದರ್ಶನವನ್ನು ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿರುತ್ತಾನೆ. ಇಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ದೀಪದ ಬುರುಡೆಯೊಂದಿದೆಯಷ್ಟೆ. ಇದರೊಳಗೆ, ಪ್ರತಿ ಸೆಕುಂಡಿಗೂ, 1ಮಿಲಿಯ ಅಣುಗಳು ಪ್ರವೇಶ ಪಡೆದರೆ, ಈ ಅಣುಗಳಿಂದ ಬುರುಡೆಯ ಅವಕಾಶವನ್ನು ತುಂಬಲು ನೂರು ಮಿಲಿಯ ವರ್ಷಗಳಾದರೂ ಬೇಕು. ಈ ಸತ್ಯವಾದರೋ ಎಷ್ಟು ಅದ್ಭುತವಿಲ್ಲ !?

ಅಣುಗಳೋ ಬಹಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿವೆ. ಪದಾರ್ಥದಲ್ಲಿ ಇವು ತುಸು ಅಂತರದಲ್ಲೂ ಕಂಡು ಬರುತ್ತವೆ. ಒಂದು ವಿಶಿಷ್ಟ ಅಣುವನ್ನು ಗುರುತಿಸುವುದಾಗಲಿ, ಯಾವುದಾದರೂ ಎರಡು ಅಣುಗಳ ನಡುವಣ ದೂರವನ್ನು ಗಮನಿಸುವುದಾಗಲಿ, ಅಸಾಧ್ಯವೇ ಸರಿ. ನಮ್ಮ ಪ್ರಪಂಚದ 2 ಸಾವಿರ ಮಿಲಿಯ ಜನರನ್ನು ಒಂದೇ ಕಡೆ ಒಟ್ಟುಹಾಕಿ, ಚಂದ್ರಲೋಕದಿಂದ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗಲೋ ಇವರಿರುವ ಜಾಗವು 'ಪೈಕಾ ಟೈಪಿ' ನಷ್ಟು ದೊಡ್ಡದಾಗಿ ಕಾಣಬಹುದು. ಇಷ್ಟೇ ಜಾಗವನ್ನು ಆಶ್ರಯಿಸಿರುವ ಮಂದಿಯಲ್ಲಿ ಇಂಥವನು ಏನು ಮಾಡುತ್ತಲಿದ್ದಾನೆ? ಯಾವ ಹೆಂಗಸು ಪೌಡರು ಬಳಿಯುತ್ತಿದ್ದಾಳೆ ಎಂಬಿತ್ಯಾದಿ ವಿವರಗಳನ್ನು ನಾವು ಚಂದ್ರಲೋಕದಿಂದ ದೃಷ್ಟಿಸಬಲ್ಲೆವೆ? ಯಾವನೊಬ್ಬನ ಚಲನವಲನಗಳನ್ನೂ ನಾವು ದೃಷ್ಟಿಸಲು ಅಸಮರ್ಥರು. ಒಂದು ಪಕ್ಷ, ಇಂಥ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಯಾವನೊಬ್ಬನ ಚಲನವಲನಗಳನ್ನಾದರೂ ದೃಷ್ಟಿಸ ಬಹುದು ಆದರೆ, ಪದಾರ್ಥದಲ್ಲಿ ಸಂಚಿತವಾದ ಅಣುಗಳ ಸಮೂಹದಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದನ್ನು ದೃಷ್ಟಿಸಲಾರೆವು. ಇಂಥ ಅಣುಗಳು ಸ್ಥಿರವಾಗಿ ಇಲ್ಲ; ಬದಲು ಸ್ವಚ್ಛಂದವಾಗಿ ಅತ್ತಿಂದಿತ್ತ, ಇತ್ತಿಂದತ್ತ, ಒಂದು ಇನ್ನೊಂದಕ್ಕೆ ಢಿಕ್ಕಿಹೊಡೆಯುತ್ತಲೂ, ನೆಗೆಯುತ್ತಲೂ, ಧಾವಿಸುತ್ತಲೂ ಇವೆ.

ಅಣುಗಳನ್ನು ದೃಷ್ಟಿಸಲಾರೆವು ಎಂದಬಳಿಕ, ಇದನ್ನು – ಈ ಮೇಲಿನ ಮಾತನ್ನು – ಹೇಗೆ ನಂಬ ಬಹುದು? ಘನೈಕಮಾನ ಪದಾರ್ಥದಲ್ಲಿ 1,000,000,000,000,000,000,000,000ರ ಸಮಕಲ್ಪದ ಅಣುಗಳು ಇವೆ ಎಂಬ ಮಾತನ್ನು ಹೇಗೆ ಪುಷ್ಟೀಕರಿಸಬಲ್ಲೆವು? ವಿಶ್ವದ ಹೆಸರಾಂತ ಭೌತ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರಲ್ಲೊಬ್ಬರಾದ ರಾಬರ್ಟ್ ಮಿಲ್ಲಿಕನ್ ಹೇಳಿರುವ ಮಾತನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ: "ಒಂದು ಪಟ್ಟ ಣದ ಇಲ್ಲವೆ ರಾಜ್ಯದ ಜನರನ್ನು ಎಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಸುಲಭವಾಗಿಯೇ ನಿಶ್ಚಿತ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿನ ಪದಾರ್ಥದ ಅಣುಗಳನ್ನು ಲೆಕ್ಕಿಸಬಲ್ಲೆವು." ಇಷ್ಟು ಖಚಿತವಾದ ಮಾತನ್ನು ನಂಬುವುದಾದರೂ ಹೇಗೆ? ಅನೇಕ ಪ್ರಮಾಣಗಳನ್ನು ಕೊಡಬಲ್ಲೆವಾದರೂ ಇಲ್ಲಿ ಕೆಲವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಕಾಫಿಗೆ ಸಕ್ಕರೆ ಹಾಕುತ್ತೀರಿ. ಈ ಸಕ್ಕರೆಯು ಎಲ್ಲಿಗೆ ಹೋಗುತ್ತದೆ? ಲೋಟೆ ತುಂಬಾ ಕಾಫಿ ಇದ್ದರೂ, ಈ ಸಕ್ಕರೆಯನ್ನು ಹಾಕಿದ ಕಾರಣದಿಂದ, ಹೆಚ್ಚಿನ ಕಾಫಿಯು ಸಕ್ಕರೆಯ ಗಾತ್ರದ ಪ್ರಭಾವದಿಂ ದಲೇನೂ ಪಾತ್ರೆಯ ಹೊರಗೆ ಹರಿಯುವುದಿಲ್ಲ. ಒಂದಿಷ್ಟು ಅವಕಾಶವನ್ನು ಎರಡು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ವಸ್ತುಗಳು ಆಶ್ರಯಿಸಲಾರವು ಎಂಬುದು ತೀರ ಸತ್ಯ. ಹೀಗೆಂದ ಬಳಿಕ, ಈ ಸಕ್ಕರೆಯು ಎತ್ತ ಹೋಯಿತು ? ಇಷ್ಟು ಮಾತ್ರವೇ ಅಲ್ಲ; ಸಕ್ಕರೆಯನ್ನು ಕದಡದೆ ಹೋದರೂ, ಕಾಫಿಯು ಸಕ್ಕರೆಯ ಸಿಹಿ ಗುಣವನ್ನು ಮೆಲ್ಲನೆ ಪಡೆಯುತ್ತದೆ, ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತದೆ. ಕಾಫಿಯ ಅಣುಗಳ ನಡುವೆ ಸಕ್ಕರೆಯ ಅಣುಗಳನ್ನು ಹೆಕ್ಕಿ ಎಂಬಂತೆ ಇಟ್ಟವರಾರು? ಹಾಗೆ ಇಡುವುದಾದರೂ, ಇಡಬಲ್ಲೆವಾದರೂ ಇಂಥ ಅಸಂಖ್ಯ ಅಣುಗಳ ನಡುವೆ ಇಡಲು ಎಷ್ಟುಸಮಯ ಬೇಡ? ಇದನ್ನಾದರೂ ಮಾಡುವಂತಿಲ್ಲವೆಂದ ಬಳಿಕ ಇದು ತನ್ನಂತೆ ನಡೆದ ಕಾರ್ಯವೇ. ಕಾಫಿಯಅಣುಗಳು, ಸಕ್ಕರೆಯ ಅಣುಗಳನ್ನು ಸುತ್ತಲೂ ಆಕ್ರಮಿಸಿ, ಅವಕ್ಕೆ ಢಿಕ್ಕಿಹೊಡೆ ಯುತ್ತ, ಅವುಗಳನ್ನು ಅತ್ತಿಂದಿತ್ತ, ಇತ್ತಿಂದತ್ತ ಅಟ್ಟುತ್ತಲೂ ಇವನ್ನು ಬಹಳ ಸುಲಭವಾಗಿ ಎಲ್ಲೆಡೆಗೂ ಹರಡಿಬಿಡುತ್ತವೆ. ತಮ್ಮಲ್ಲಿನ ಅಣುಗಳ ನಡುವೆ ಇಂಥ ಅವಕಾಶವಿದ್ದ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ಈ ಕಾರ್ಯವು ಸುಲಭವಾಗಿ ನಡೆಯುತ್ತದೆ, ಹಾಗೂ ಕಾಫಿಯು ಪಾತ್ರೆಯಿಂದ ಉಕ್ಕಿ ಹೊರಗೆ ಹರಿಯುವುದಿಲ್ಲ.

ಪ್ರಸಿದ್ಧ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞ ರಾಬರ್ಟ್ ಬ್ರೌನ್ ಎಂಬಾತನು ಇಂಥ ಅಣುಗಳ ಚಲನೆಯನ್ನು ಮೊತ್ತ ಮೊದಲಿಗೆ ಕಂಡುಕೊಂಡನು. ಈತನು ಅಣುಗಳನ್ನು ಕಾಣದಿದ್ದರೂ, ಅವುಗಳ ಸ್ವಚ್ಛಂದ ಚಲನೆಯನ್ನು ದೃಷ್ಟಿಸಿದನು. ಅತ್ಯಂತ ಕ್ಷುದ್ರ ಪಾಚಿಕಣಗಳನ್ನು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ತೇಲಗೊಟ್ಟು ಇದನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಮೂಲಕ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ ಇವುಗಳ ಚಲನೆಯ ಅರಿವಾಯಿತು. ಈ ಕಣಗಳೋ ಬಹಳ ವೇಗವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತಲಿದ್ದುವು, ಎಲ್ಲಿಯೂ, ದ್ರವರಾಶಿಯ ಯಾವ ಭಾಗದಲ್ಲೂ, ಇವು ಮೆಲ್ಲನೆ ಚಲಿಸುತ್ತಲಿದ್ದಿಲ್ಲ.ಎಲ್ಲೆಡೆಯೂ ಇವು ವೇಗವಾಗಿ, ಸಿಕ್ಕಾಬಟ್ಟೆ ಚಲಿಸುತ್ತಲಿದ್ದು, ಪಾತ್ರೆಯ ಎಲ್ಲಾ ದಿಕ್ಕುಗಳಿಗೂ ಓಡಾಡುತ್ತಲಿದ್ದುವು. ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ಯಾವುದೋ ವಿಶಿಷ್ಟ ಬಲವು ಈ ಅಣುಗಳನ್ನು ಹೀಗೆ ಸಿಕ್ಕೆಡೆಗಳಿಗೆಲ್ಲಾ ಎಳೆಯುತ್ತಿತ್ತು ಎಂದೇ ಬ್ರೌನ್ ತೀರ್ಮಾನಿಸಿದನು. ಇಂಥ ಅಣುಗಳ ಸ್ವಚ್ಛಂದ, ಸಿಕ್ಕಾಬಟ್ಟೆ ಚಲನೆಯನ್ನು ಬ್ರೌನಿನ ಚಲನೆ ಎಂದು ಹೆಸರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಮೂಲಕ ಕಾಣುವ ಅಣುಕಣಗಳ ಚಲನೆಯ ಆಧಾರದಿಂದಲೇ ಈ ಸಾರ್ವತ್ರಿಕ ಚಲನೆಯ ವಿವರಗಳನ್ನು ನಾವು ಅನುಮಾನಿಸಬಹುದು.

ಪರಮಾಣುಗಳೆಂದರೇನು?

ಅಣುಗಳ ವಿಚಾರ ತಿಳಿದಾಯಿತು. ಈಗ ಪರಮಾಣುಗಳೆಂದರೇನು? ಇವು ಎಲ್ಲಿವೆ? ಅಣುಗಳಿಗೆ ಹೇಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿವೆ? ಎಂಬುದನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸೋಣ.

ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಅಕ್ಷರಮಾಲೆಯಲ್ಲಿ 26 ಅಕ್ಷರಗಳಿವೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ಒಂದನ್ನೋ, ಎರಡನ್ನೋ, ಹಲವನ್ನೋ ಉಪಯೋಗಿಸಿ ನಿಘಂಟಿನ ಅಸಂಖ್ಯ ಶಬ್ದಗಳನ್ನು ಜೋಡಿಸುತ್ತಾರೆ; ಒಂದು ಭಾಷೆಯ ರಚನೆಯೇ ಏಕೆ, ಅನೇಕ ಭಾಷೆಗಳ ರಚನೆಗೆ ಕೂಡ ಇಂಥ ಜೋಡಣೆಯೇ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ.

ಹಾಗೆಯೇ ಪ್ರಕೃತಿಯು ಮೂಲಧಾತು (elements) ಗಳಿಂದ ಅಸಂಖ್ಯ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಿದೆ. ಈ ಮೂಲಧಾತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ 92. ನಮ್ಮ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲೇ ಏಕೆ, ಸೌರವ್ಯೂಹದಲ್ಲಿನ ಸಮಸ್ತವೂ ಇವೇ 92 ಮೂಲಧಾತುಗಳಿಂದಲಷ್ಟೇ ರಚಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಲಭಿಸುವ ಕಬ್ಬಿಣ, ಬಂಗಾರ, ಸೀಸ ಮೊದಲಾದುವುಗಳು ಮೂಲಧಾತುಗಳು. ಆದರೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಾಮಾನ್ಯ ಪದಾರ್ಥಗಳು ಇಟ್ಟಿಗೆ,ಮರ, ಕಲ್ಲು, ನೀರು, ಗಾಜು, ಎಣ್ಣೆ ಮೊದಲಾದುವುಗಳೆಲ್ಲ ಮೂಲಧಾತುಗಳ ಯೌಗಿಕಗಳು. (compounds).

ಮೂಲಧಾತುವಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮತಮ ಕಣವೇ ಪರಮಾಣು, ಯೌಗಿಕದ ಸೂಕ್ಷ್ಮತಮ ಕಣವೇ ಅಣು. ಅಣುವಿನಲ್ಲಿ ಎರಡು, ಇಲ್ಲವೆ ಹೆಚ್ಚು ಒಂದೇ ತರದ ಅಥವಾ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಪರಮಾಣುಗಳು ಇವೆ. ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಎಲ್ಲ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನೂ ಪ್ರದರ್ಶಿಸುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮತಮ ಕಣವೇ ಅದರ ಅಣುವೆಂಬುದನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಗಮನಿಸತಕ್ಕದ್ದು.

ನೀರಿನ ಅಣುವೊಂದರಲ್ಲಿ 3 ಪರಮಾಣುಗಳಿವೆ: 2 ಜಲಜನಕ ಪರಮಾಣುಗಳು, 1 ಆಮ್ಲಜನಕ ಪರಮಾಣು. ಇದನ್ನು ಸಾಂಕೇತಿಕವಾಗಿ H_2O ಎಂದು ಬರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಈ ಅಣುವನ್ನು ಮತ್ತೆ ವಿಂಗಡಿಸಿದರೆ, ನೀರು ಸಿಗಲಾರದು; ಬದಲು ಆಮ್ಲಜನಕ ಮತ್ತು ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳಷ್ಟೇ ಲಭಿಸುವುವು.

ಯೌಗಿಕಗಳಲ್ಲಿನ ವಿವಿಧ ಧಾತುಗಳಿಂದಲೇ ಆಯಾಯ ಯೌಗಿಕದ ಭೌತ ಮತ್ತು ರಾಸಾಯನಿಕ ಲಕ್ಷಣಗಳು ತೀರ್ಮಾನಿಸಲ್ಪಡುತ್ತವೆ. 2 ಅನಿಲಗಳು ಸೇರಿ ಒಂದು ದ್ರವವೇರ್ಪಡಬಹುದು: ಉದಾ: ಜಲಜನಕ ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಜನಕಗಳ ಸಂಯೋಗದಿಂದ ನೀರು ಲಭಿಸುತ್ತದೆ. ದ್ರವ ಮತ್ತು ಅನಿಲವೊಂದು ಸೇರಿ ರಸಭಸ್ಮ (ರಸದ ಆಕ್ಸೈಡ್)ವಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದಿಷ್ಟೂ ವಾಸನೆಯಿಲ್ಲದ ಸಾರಜನಕ (Nitrogen) ಮತ್ತು ಜಲಜನಕಗಳು ಸೇರಿ ಅಮೋನಿಯಾ (Ammonia) ಅನಿಲವಾಗುತ್ತದೆ. ಇಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲ, ಇನ್ನೂ ಕೆಲವು ವಿಚಿತ್ರಗಳಿವೆ. ಎರಡು ವಿಷಗಳು (ಪ್ರಬಲ ವಿಷಗಳೇ) ಸೇರಿ, ಉದಾ:

ಸೋಡಿಯಂ, ಕ್ಲೋರಿನ್‌ಗಳು ಅತ್ಯಂತ ಉಪಯುಕ್ತವೆನಿಸಿದ ಯೌಗಿಕವಾದ ಉಪ್ಪು ಆಗುತ್ತದೆ. ಜೀವ ಸೃಷ್ಟಿಗೆ, ಜೈವಿಕಧಾತುಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಅತ್ಯಂತ ಅವಶ್ಯಕವೆನಿಸಿದ ಸಾರಜನಕ ಮತ್ತು ಅಂಗಾರಕ (ಇಂಗಾಲ, Carbon)ಗಳೇ ಸೇರಿ ಸಯನೈಡ್ (Cyanide) ಜಾತಿಯ ಪ್ರಬಲ ವಿಷವಾಗುತ್ತವೆ. ಇವೆಲ್ಲವೂ ರಾಸಾಯನಿಕ ಯೌಗಿಕಗಳು, ಇವುಗಳ ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿವರವು, ಅಧ್ಯಯನವು ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದುದು. ಆದರೆ, ಇಂಥ ಎಲ್ಲಾ ಯೌಗಿಕಗಳ ಉತ್ಪಾದನೆಗೂ ಮೂಲಧಾತುಗಳೇ ಕಾರಣವಾಗಿವೆ. ಪರಮಾಣುಗಳ ವಿಚಾರವನ್ನು ಮುಂದಿನ ಅಧ್ಯಾಯವೊಂದರಲ್ಲಿ ವಿವರವಾಗಿ ಪರಿಶೀಲಿಸುವಿರಂತೆ.

ಪದಾರ್ಥದ ಮೂರು ಅವಸ್ಥೆಗಳು

ಪದಾರ್ಥ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಅಣುಗಳು ಮೂರು ಅವಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ. ಅಂದರೆ, ಇವು ಗಟ್ಟಿ (ಘನ) ವಸ್ತುಗಳಿರಬಹುದು, ದ್ರವಗಳಿರಬಹುದು, ಅನಿಲಗಳೂ ಇರಬಹುದು ಗಟ್ಟಿಯಾದ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ತಮ್ಮ ಸ್ವತಂತ್ರವಾದ ಆಕಾರವಿದೆ. ಇಂಥ ಆಕಾರವು ದ್ರವಗಳಿಗಾಗಲೀ, ಅನಿಲಗಳಿಗಾಗಲೀ ಇಲ್ಲ. ತಾವು ತುಂಬುವ ಪಾತ್ರೆಯ ಆಕಾರವನ್ನಷ್ಟೇ ದ್ರವಗಳು ತೋರುವುದಾದರೆ, ಅನಿಲಗಳು ಆ ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲ ಅವಕಾಶವನ್ನೂ ತುಂಬಿಬಿಡುತ್ತವೆ.

ಸಮಾನಾವಕಾಶವುಳ್ಳ ಮೂರು ಜಾಡಿಗಳೊಳಗೆ ಪ್ರಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ 500 ಗ್ರ್ಯಾಂ ಇದ್ದಲು, 500 ಗ್ರ್ಯಾಂ ನೀರು ಮತ್ತು 500 ಗ್ರ್ಯಾಂ ಕ್ಲೋರಿನ್ ಅನಿಲವನ್ನು ತುಂಬಿಸೋಣ. ಇವು ಮೂರು ಪದಾರ್ಥಗಳ ತೂಕವೂ ಒಂದೇ, ಆದರೇನು? ಇದ್ದಲು ಪಾತ್ರೆಯ ನಡುವೆ ಹಾಯಾಗಿ ಇದ್ದುಬಿಡುತ್ತದೆ; ತನ್ನಂತೆಯೇ ಸುತ್ತಲೂ ಹರಡುವುದಿಲ್ಲ, ಎಳ್ಳಷ್ಟೂ ಚಲಿಸುವುದಿಲ್ಲ; ಆದರೆ, ಎರಡನೇ ಜಾಡಿಯಲ್ಲಿನ ನೀರು ಸುತ್ತಲೂ ಹರಡುತ್ತಾ, ಸುತ್ತಲಿನ ಗೋಡೆಗಳ ತನಕ ಚಾಚುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಪಾಕ್ಷಿಕವಾಗಿ ಅದನ್ನು ತುಂಬುತ್ತದೆ. ಅನಿಲವಾದರೋ ಪಾತ್ರೆಯನ್ನೆಲ್ಲ–ಜಾಡಿಯನ್ನೆಲ್ಲಾ ತುಂಬುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಮೇಲೆ ಮುಚ್ಚಳವಿಲ್ಲದೆ ಹೋದರೆ,ಹೊರಕ್ಕೂ ಧಾವಿಸುತ್ತದೆ; ಧಾವಿಸುತ್ತಾ, ಕೋಣೆಯ ಎಲ್ಲ ಅವಕಾಶವನ್ನೂ ತನ್ನ ಅಸಹ್ಯ ವಾಸನೆಯನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸುತ್ತಾ ತುಂಬಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ಪದಾರ್ಥವೇತಕ್ಕೆ ಮೂರು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಅವಸ್ಥೆಗಳನ್ನು ತೋರುತ್ತದೆ? ಅನಿಲಗಳೇತಕ್ಕೆ ಹನಿಯುತ್ತವೆ? ದ್ರವೀಕೃತವಾಗುತ್ತವೆ? ಹಾಗೆಯೇ ದ್ರವಗಳು ಹೇಗೆ ಗಟ್ಟಿಯಾಗುತ್ತವೆ, ಅಥವಾ, ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತುಗಳು ಹೇಗೆ ಕರಗಿ ದ್ರವಗಳಾಗುತ್ತವೆ?

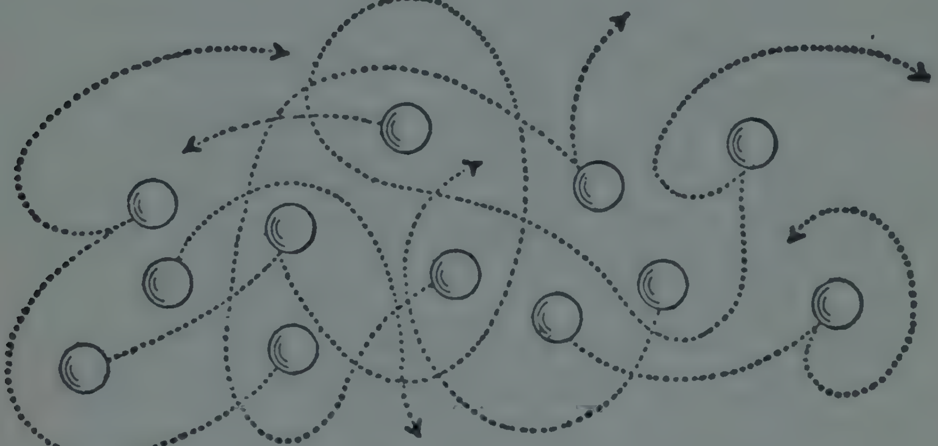
ಪದಾರ್ಥ ರಚನೆಯ ಏಕೆ? ಹೇಗೆ?–ಇವುಗಳ ಜಿಜ್ಞಾಸೆ

ಪ್ರತಿಪದಾರ್ಥದಲ್ಲಿನ ಅಣುಗಳು ಯಾವಾಗಲೂ ಚಲಿಸುತ್ತಲಿವೆ, ಒಂದು ಇನ್ನೊಂದನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತಲೂ, ಎಳೆಯುತ್ತಲೂ, ಒಂದು ಅಣು ಇನ್ನೊಂದರೊಡನೆ ಸಂಪಾತ ಹೊಂದಿದ ನಂತರ ಪುನಃ ಚದರುತ್ತಲೂ, ಓಡಾಡುತ್ತಲೂ ಇವೆ. ಪ್ರತಿ ಅಣುವು ತನ್ನ ಸುತ್ತಲೂ ಇರುವ, ಸಮೀಪದ ಅಣುಗಳನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತದೆ. ನಡುವಣ ದೂರವು ಕಮ್ಮಿ ಇದ್ದಂತೆ ಈ ಬಲವು ಅಧಿಕ. ಇಂಥ ಬಲವನ್ನು ಸಂಲಗ್ನ ಬಲ (cohesive force)ವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಗಟ್ಟಿವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಲಗ್ನಬಲಗಳು ಅತ್ಯಧಿಕವಿರುತ್ತವೆ. ಕಾರಣ, ಅವುಗಳಲ್ಲಿನ ಅಣುಗಳ ಸ್ವಚ್ಛಂದ ಚಲನವಲನಗಳಿಗೆ ಏನೇನೂ ಅವಕಾಶವಿಲ್ಲ; ಆದರೆ ತಮ್ಮ ಸಮಸ್ಥಿತಿಯ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಅತ್ತಿಂದಿತ್ತ ಇತ್ತಿಂದತ್ತ, ಇಲ್ಲವೆ ಮೇಲೆ, ಕೆಳಗೆ ಇವು ಮಾತ್ರ ಸ್ಪಂದಿಸುತ್ತವೆ. ಇಂಥ ಸ್ಪಂದನೆಯೇ ಇವುಗಳಲ್ಲಿನ ಚಲನೆ. ಗಟ್ಟಿವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿನ ಅಣುಗಳ ನಡುವಣದೂರವು $\frac{1}{100,000,000}$ ಇಂಚಿಗಿಂತಲೂ ಕಡಿಮೆ ಇರುವ ಕಾರಣ, ಸಂಲಗ್ನಬಲವು ವಿಪರೀತವಿದ್ದು ಒಂದು ಅಣುವು ಮತ್ತೊಂದರ ಸಂಲಗ್ನಬಲವನ್ನು ತೊಲಗಿಸಿ ಅತ್ತಿತ್ತ ನೆಗೆಯಲಾರದು. ಈ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ವಸ್ತುವಿನ ಆಕಾರವು ಹಿಂದಿನಂತೆಯೇ ಉಳಿಯುವುದು.

ಸುತ್ತಿಗೆಯಿಂದ ಬಲವಾಗಿ ಹೊಡೆದೊಡನೆ ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತುವಿನ ವಿವಿಧ ಅಣುಗಳು, ಈ ಆಕಸ್ಮಿಕ ಆಘಾತದ ಫಲವಾಗಿ, ಒಂದರಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಸೀಳಿ ಬೇರಾಗುವುದೂ ಸಾಧ್ಯವಿದೆ. ಆದರೇನು? ಇವು ಒಡೆದು ತುಣುಕುಗಳಾಗಿ ಸುತ್ತಲೂ ಹಾರುವುವು. ಆದರೆ, ತಂತಮ್ಮ ಸ್ವತಂತ್ರ ಆಕಾರವನ್ನು ಕಳೆದು ಕೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲ. ಒಂದೇ ಲೋಹದ, ಇಲ್ಲವೆ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಲೋಹಗಳೆರಡರ ಚೂಪಾದ ಹಾಳೆಗಳನ್ನು ಅಧಿಕ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಿ ಅದುಮಿ ಹಿಡಿದರೆ, ಚೂಪಾದ ರೇಖೆಯ ಇಕ್ಕಡೆಯ ಅಣುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಆಕರ್ಷಿಸುವ ಕಾರಣದಿಂದ, ಈ ಎರಡು ಹಾಳೆಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಅಂಟಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಸೀಸವು ಇಂಥ ಗುಣ ವನ್ನು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತದೆ.

ಅಣುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಆಕರ್ಷಕ ಸಂಲಗ್ನ ಬಲಗಳಿಂದ ಎಳೆದು ಹಿಡಿಯಲ್ಪಟ್ಟರೂ, ಇದ್ದಲ್ಲೇ ಸ್ಪಂದನೆ ಯನ್ನು ತೋರುತ್ತವೆ ಎಂದಲ್ಲವೆ? ಇದಕ್ಕೆ ಅವಶ್ಯವಿರುವ ಅವಕಾಶವು ಎರಡು ಅಣುಗಳ ನಡುವೆ ಇದ್ದೇ ಇದೆ. ಬೆಣ್ಣೆ, ಮೇಣ ಮೊದಲಾದುವುಗಳಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ಒಂದು ತರದ ವಿಚಿತ್ರವಿದೆ. ಈ ಸಂಲಗ್ನ ಬಲವು ತುಸು ಚಿಕ್ಕ ಪ್ರಮಾಣದ್ದೇ ಇರುವ ಕಾರಣ, ಇವುಗಳು ತಾವು ಸುಲಭವಾಗಿ, ಕರಗಬಲ್ಲವು; ಬಿಸಿಮಾಡಿದ ಮಾತ್ರಕ್ಕೆ ಎರಡು ಅಣುಗಳ ನಡುವಣ ಅಂತರವು ಮತ್ತೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತ, ಆ ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತು ಕರಗಿ ದ್ರವವಾಗುತ್ತದೆ.



• ಚಿತ್ರ 6: ದ್ರವದ ಅಣುಗಳ ಸ್ವಚ್ಛಂದ ಚಲನೆ

ದ್ರವಗಳಲ್ಲಿನ ಅಣುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಹೆಚ್ಚಿನ ಅಂತರದಲ್ಲಿವೆ. ಆದುದರಿಂದ ಇವುಗಳಿಗೆ ಸ್ಥಳಾಂತರ ಗೊಂಡು ಚಲಿಸಲು ಕೂಡ ಅವಕಾಶವಿದೆ. ಚಲಿಸುತ್ತಲೂ, ನೆಗೆಯುತ್ತಲೂ,ಉರುಳುತ್ತಲೂ, ಇವು ಒಂದ ನ್ನೊಂದುಹೊಡೆಯುತ್ತಲೂ ಸಿಕ್ಕಾಬಟ್ಟೆ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ. ಚಿತ್ರ6 ರಲ್ಲಿ ಇವುಗಳ ಚಲನೆಯ ವೈವಿಧ್ಯವನ್ನು ಚಿತ್ರಿಸಲಾಗಿದೆ. 10^{24}ರಷ್ಟು ಅದ್ಭುತ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಅಣುಗಳು ಪ್ರತಿ ಸೆಕುಂಡಿಗೂ ಮಿಲಿಯಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚು ಬಾರಿ ಒಂದನ್ನೋದು ಹೊಡೆಯುತ್ತ ಓಡಾಡುತ್ತಲಿರುವ ಕಾರಣ, ಯಾವ ದ್ರವಕ್ಕೂ ತನ್ನದೇ ಆದ ವಿಶಿಷ್ಟ ಆಕಾರವಿರಲಾರದು.ದ್ರವದ ಅಣುಗಳ ನಡುವಣ ಸಂಲಗ್ನಬಲಗಳು ಅತ್ಯಲ್ಪ ಪರಿಮಾಣದವುಗಳಾ ದ್ದರಿಂದಲೇ, ಇವುಗಳಿಗೆ ತಂತಮ್ಮ ವಿಶಿಷ್ಟ ಆಕಾರವಿಲ್ಲ; ದ್ರವವನ್ನು ಹಾಳೆಗಳಾಗಿ, ಇಲ್ಲವೆ ಘನಪಿಂಡಗ ಳಾಗಿ ನಾವು ಕೊಯ್ದುಕೊಳ್ಳಲು, ಜೋಡಿಸಲು, ಇಲ್ಲವೆ ರಾಶಿಹಾಕಲೂ ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ.

ಇನ್ನು ಅನಿಲಗಳ ಅಣುಗಳೋ ಪರಸ್ಪರ ಮಹದಂತರದಲ್ಲೇ ಇದ್ದು, ಯತ್ಕಿಂಚಿತ್ ಪರಿಮಾಣದ ಸಂಲಗ್ನಬಲಗಳನ್ನೂ ತೋರಲಾರವು. ಇವುಗಳು ಎತ್ತಬೇಕಾದರತ್ತ, ಹೇಗೆ ಬೇಕಾದರೂ, ಚಲಿಸಲು ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿವೆ. ಒಂದು ಕೋಣೆಯೊಳಗೆ– ನಿಶ್ಚಿತಾವಕಾಶದೊಳಗೆ–ಒಂದು ಅಣುವಾದರೋ ಎಲ್ಲಿಗೂ ಚಲಿಸಬಲ್ಲುದು, ಅದರ ಸ್ವತಂತ್ರ ಚಲನೆಯ ಮೇಲೆ ಯಾವ ನಿರ್ಬಂಧವೂ ಇಲ್ಲ. ಕೊಳೆತ ಮೊಟ್ಟೆ

ಯೊಂದನ್ನು ಕೋಣೆಯ ಮೂಲೆಯಲ್ಲಿ ಒಡೆದು ಚೆಲ್ಲಿಹಾಕಿರಿ; ಸ್ವಲ್ಪವೇ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಇದರ ನಾತವು ಕೋಣೆಯನ್ನೆಲ್ಲಾ ತುಂಬುವುದು; ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಇತರ ಕೋಣೆಗಳಿಗೂ ಮೆಲ್ಲನೆ ಹರಡುವುದು.

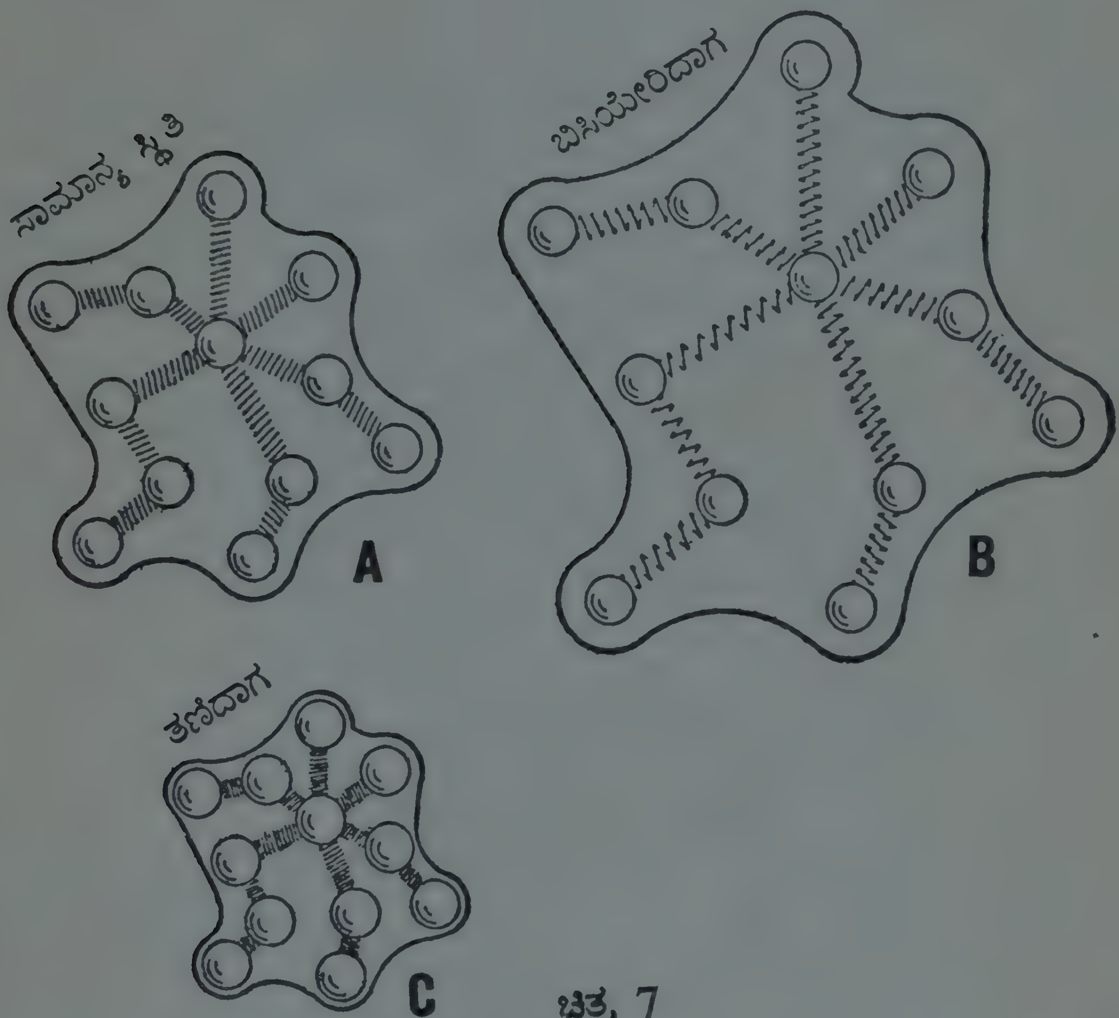
ಒತ್ತಡ ಮತ್ತು ಉಷ್ಣತೆಗಳ ಪಾತ್ರ

ಒಂದಿಷ್ಟು ಸೀಮಿತಾವಕಾಶದೊಳಗೆ ತುಂಬಿದಾಗ, ಅನಿಲದ ಅಣುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಸಂಧಿಸುತ್ತಾ ಸಂಪಾತ ಹೊಂದುತ್ತ, ಸ್ವಚ್ಛಂದ ಚಲನೆಯನ್ನು ತೋರುತ್ತ, ಆ ಪಾತ್ರೆಯ – ಅವಕಾಶದ –ಆವರಣದ ಮೇಲೆ ಎರಗಿದಾಗ, ಅಲ್ಲೇ ಹಿಮ್ಮೆಟ್ಟುವುವು. ಈ ಕಾರ್ಯವಾದರೋ ಪ್ರತಿ ಸೆಕುಂಡಿಗೂ ಮಿಲಿಯ, ಮಿಲಿಯ ಗಟ್ಟಳೆ ಬಾರಿ ನಡೆಯುತ್ತಲೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಕಾರಣ, ಈ ಅಣುಗಳ ವೇಗವಾದರೋ ಪ್ರತಿ ಸೆಕುಂಡಿಗೂ 1 ಮೈಲಿಯಷ್ಟು ಇರುತ್ತದೆ. ಆವರಣದ ಮೇಲೆ ಒಂದೆರಗಿದ ಅಣುವು ಅಲ್ಲಿಂದ ಹಿಮ್ಮರಳುವಾಗಲಾದರೋ ತನ್ನ ತೂಕ ಮತ್ತು ವೇಗಗಳಿಗನುಗುಣವಾದ ಬಲದಿಂದ ಆವರಣವನ್ನು ಬಿಡುತ್ತದೆ. ಈ ಬಲವೇ, ಗಾಳಿಯೋ ಇನ್ನಿತರ ಅನಿಲವೋ ತೋರುವ ಅಮುಕಾಟ. ಪ್ರತಿ ಚದರ ಇಂಚಿಗೆ ಈ ಅಮುಕಾಟದ ಪರಿಮಾಣವೇ ಅನಿಲದ ಒತ್ತಡವೆನಿಸುತ್ತದೆ. ಅವಶ್ಯವಾಗಿಯೂ, ಅಣುಗಳ ತೂಕ ಮತ್ತು ಸೀಮಿತಾವ ಕಾಶದಲ್ಲಿನ ಅಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಈ ಒತ್ತಡವು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಹೇಳಲೇಬೇಕು. ಒಂದಿಷ್ಟು ಅನಿಲವು ಒಂದು ಲೀಟರ್ ಅವಕಾಶದಲ್ಲಿ ಒಂದಷ್ಟು ಒತ್ತಡವನ್ನು ತೋರುತ್ತದೆ ಎನ್ನಿರಿ. ಈ ಅನಿಲ ವನ್ನು ಅಮುಕಿ ಅರ್ಧ ಲೀಟರ್ ಅವಕಾಶದಲ್ಲಿ ಹಿಡಿಯುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೆ, ಆಗ ಒತ್ತಡವು ಹಿಂದಿನ ಎರಡರಷ್ಟು ಆಗುವುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೂ ಸ್ಪಷ್ಟವಿದೆ. ಈಗ ಅಣುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಢಿಕ್ಕಿಹೊಡೆಯುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯು ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ಸಂಪಾತಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯೂ ದ್ವಿಗುಣಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ, ಪ್ರತಿ ಘನ ಮಾನಾವಕಾಶದಲ್ಲೂ ಹಿಂದಿನ ಎರಡರಷ್ಟು ಅಣುಗಳಿದ್ದು ಒತ್ತಡವು ಎರಡು ಪಟ್ಟು ಆಗುತ್ತದೆ. ಮತ್ತೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದರೆ, ಅನಿಲವು ಇನ್ನೂ ಕಮ್ಮಿ ಅವಕಾಶವನ್ನು ತುಂಬಿಕೊಳ್ಳುವುದು. ತಾನೂ ಇದೇ ಹೆಚ್ಚಿನ ತನ್ನಲ್ಲಿನ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಆವರಣದ ಗೋಡೆಗಳ ಮೇಲೆ ಹೇರುವುದು. ಹೀಗೆ ಮತ್ತೂ ಮತ್ತೂ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುತ್ತಾ ಹೋದರೆ, ಕೊನೆಗೆ ಅನಿಲದ ಅಣುಗಳು ಅತ್ಯಂತ ಹತ್ತಿರ ಬರುವುದಲ್ಲದೆ, ಕ್ರಮೇಣ ಇವುಗಳ ನಡುವೆ ಸಂಲಗ್ನಕಾರಕ ಬಲಗಳು ವ್ಯಕ್ತವಾಗುತ್ತವೆ; ಅಂದರೆ, ಅನಿಲವು ಕ್ರಮೇಣ ದ್ರವರೂಪವನ್ನು ತಾಳುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಅಧಿಕ ಒತ್ತಡದ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದಲೂ, ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಕಮ್ಮಿ ಮಾಡುವುದರಿಂದಲೂ, ಅನಿಲವೊಂದನ್ನು ದ್ರವರೂಪಕ್ಕೆ ತರಬಹುದು.

ಉಷ್ಣತೆಯು ಹೆಚ್ಚಬೇಕಾದರೆ ನಾವು ಉಷ್ಣವನ್ನೊದಗಿಸಬೇಕಷ್ಟೇ. ಉಷ್ಣವೋ ಶಕ್ತಿಯ ಒಂದು ವಿಶಿಷ್ಟ ರೂಪ. ಇದು ಅಣುಗಳ ವೇಗವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವುದು. ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತುವನ್ನು ಕಾಯಿಸಿದಾಗ ಅದರ ಅಣುಗಳು ಹೆಚ್ಚಿನ ಸ್ಪಂದನಾವಕಾಶವನ್ನು ಪಡೆಯುವುವು. ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಕ್ತಿಯಿಂದಲೇ ಸ್ಪಂದಿಸುವುವು. ಮೊದಲು ತುಸು ವೇಗದ ಹೆಚ್ಚಳವನ್ನೂ ತೋರುತ್ತಾ, ಹೀಗೆಯೇ ಹೆಚ್ಚು ಪರಿಮಾಣದಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತಾ ಹೋದಲ್ಲಿ, ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತು ತಾನು ವಿಕಾಸಗೊಳ್ಳುವುದಲ್ಲದೆ ಮತ್ತೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಉಷ್ಣದಕಾರಣ ದಿಂದ, ಸ್ಪ್ರಿಂಗುಗಳಿಂದ ಹೊಡೆಯಲ್ಪಟ್ಟಾಗಲೆಂಬಂತೆ ತಮ್ಮ ಸ್ಥಾನಗಳಲ್ಲಿ ಭದ್ರವಾಗಿರುವ ಅಣುಗಳು ಸ್ಥಾನಗಳಿಂದ ಕದಲುತ್ತಾ ಮೆಲ್ಲನೆ ಹರಿಯಲಾರಂಭಿಸುವುವು. ಅಂದರೆ, ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತು ಕರಗಿ ದ್ರವರೂಪ ತಾಳುತ್ತದೆ. ದ್ರವೀಕೃತ ಕಬ್ಬಿಣವೋ ಇನ್ಯಾವ ಲೋಹವೋ ದ್ರವದಂತೆಯೂ ಹರಿಯಲಾರಂಭಿಸುತ್ತದೆ.

ಹೀಗೆ ಉಷ್ಣದ ಕಾರಣದಿಂದ ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತುಗಳು ಕರಗಿ ದ್ರವವಾಗುತ್ತದೆ. ದ್ರವಗಳು ಆವಿಯಾಗಿ ಅನಿಲಗಳಾಗುತ್ತವೆ. ದ್ರವದ ಅಣುಗಳು ತಂತಮ್ಮ ಅಂತರಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಣುತ್ತಲಿರುವ ಪರಸ್ಪರ ಬಲಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿಭಟಿಸಿ ದೂರದೂರಕ್ಕೆ ನೆಗೆದು, ದ್ರವದ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಹಾರುತ್ತಲೂ, ಮತ್ತು ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಾಖದ ಕಾರಣ ದಿಂದ ಮತ್ತೂ ದೂರಕ್ಕೆ ನೆಗೆಯುತ್ತಾ, ಸಾಮಾನ್ಯ ಅನಿಲಗಳಂತೆಯೇ ವರ್ತಿಸಬಲ್ಲುವು. ಹೀಗೆ ಗಟ್ಟಿ

ವಸ್ತುವಿನಿಂದಾರಂಭಿಸಿ ಉಷ್ಣವು ಅದೇ ವಸ್ತುವಿನ ಅನಿಲಾವಸ್ಥೆಯನ್ನೂ ತೋರಬಲ್ಲುದು. ಇನ್ನು ಇದಕ್ಕೆ ವಿಪರೀತವಾಗಿ, ಉಷ್ಣವನ್ನು ಕಳೆವುದರಿಂದ, ಇಲ್ಲವೆ ಶೀತವನ್ನು (cold) ಒದಗಿಸುವ ಕಾರಣದಿಂದ, ಅನಿಲವು ಹನಿಯುಬಲ್ಲುದು. ದ್ರವರೂಪವನ್ನು ತಾಳಬಲ್ಲುದು. ದ್ರವವು ತಾನು ಸಂಕೋಚಗೊಂಡು, ಕ್ರಮೇಣ ಗಟ್ಟಿ (ಘನ)ರೂಪವನ್ನೂ ತಾಳಬಲ್ಲುದು. ಆಗ ಈ ಅಣುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಸಮೀಪಿಸಿ, ಒಂದು ಅಣು ಮತ್ತೊಂದು ಅಣುವನ್ನು ಸ್ಪ್ರಿಂಗಿನಿಂದೆಂಬಂತೆ ಎಳೆದು ಹಿಡಿದುಕೊಳ್ಳುವುದು. ಚಿತ್ರ 7 ನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ.



ಚಿತ್ರ 7

ಉಷ್ಣದ ಕಾರಣದಿಂದ ಅಣುಗಳ ವೇಗವು ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ ಎಂದೆವಷ್ಟೆ. ವೇಗವಾಗಿ ಓಡುವ ಅಣುಗಳ ಕಾರಣದಿಂದಲೂ ಉಷ್ಣವು ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕಾಗದದ ಮೇಲೆ ನಿಮ್ಮ ಬೆರಳನ್ನು ಅತ್ತಿಂದಿತ್ತ ಇತ್ತಿಂದತ್ತ ಬೇಗನೆ ತಿಕ್ಕಿರಿ. ಬೆರಳು ಬಿಸಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಕಾಗದವೂ ಬಿಸಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ತಿಕ್ಕಾಟ, ಘರ್ಷಣೆಯು (friction) ಉಷ್ಣವನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಕತ್ತಿಯನ್ನು ಹರಿತಗೊಳಿಸಲು, ಸುತ್ತುವ ಗಾಲಿಯ ಸುತ್ತಲೂ ಅದನ್ನು ಅದುಮಿ ಹಿಡಿದಾಗ ಅವುಗಳ ನಡುವಣ ಘರ್ಷಣೆಯ ಕಾರಣದಿಂದ ಬೆಂಕಿಯ ಕಿಡಿಗಳು ಕಾರುವುದನ್ನು ನೀವು ನೋಡಿಲ್ಲವೆ? ಹಾಗೆಯೇ ಟ್ರೈನನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸುವಾಗ, ಬ್ರೇಕನ್ನು ಹಿಡಿದಾಗ, ಘರ್ಷಣೆಯ ಕಾರಣದಿಂದ ಇಂಥ ಬೆಂಕಿಯ ಕಿಡಿಗಳು ಹಾರುತ್ತವೆ. ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಮೇಲೆ ಮತ್ತೊಂದನ್ನು ಉಜ್ಜುವಾಗಲೂ ಈ ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳ ಮೇಲ್ಮೈಗಳಲ್ಲಿರುವ ಅಣುಗಳ ವೇಗತರವಾಗಿ ಓಡಲಾರಂಭಿಸುವ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ, ವಸ್ತುಗಳು ಬಿಸಿಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಅಲ್ಲದೆ, ಮೆಲ್ಲನೆ ಈ ಉಷ್ಣವು ಹರಡಲಾರಂಭಿಸುತ್ತದೆ.

ದ್ರವಗಳಿಗೂ ಮೇಲ್ಮೈ ಚರ್ಮವಿದೆ

ಸಾಗರದಲ್ಲಿನ ಮಿಲಿಯ, ಮಿಲಿಯ, ಮಿಲಿಯಗಟ್ಟಳೆ ಚಿಕ್ಕಪುಟ್ಟ ಮೀನುಗಳ ಚಲನವಲನಗಳನ್ನು ಹೊರಗಿನಿಂದ ನಾವು ಕಾಣಬಲ್ಲೆವೆ? ಹಾಗೆಯೇ ದ್ರವದೊಳಗಿನ ಅಣುಗಳ ಚಲನೆಯನ್ನು ನಾವು ಕಾಣಲಾರೆವು. ಅಂತೂ, ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ಇವು ತೀರ ಹತ್ತಿರವಿರುವ ಕಾರಣ, ಈ ಅಣುಗಳ ನಡುವೆ ತಕ್ಕಷ್ಟು ದೊಡ್ಡ ಪರಿಮಾಣದ ಬಲವಿದ್ದೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಈ ಬಲವೋ ಎಲ್ಲಾ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲೂ ವ್ಯಕ್ತವಾಗುತ್ತಲೇ ಇದೆ. ದ್ರವದ ಒಳಭಾಗದಲ್ಲಿನ ಅಣುವೊಂದು ತನ್ನ ಸುತ್ತಲೂ ಇರುವ ಅಣುಗಳಿಂದ ಎಲ್ಲಾ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲೂ ಸಮಾನ ಬಲಗಳಿಂದ ಎಳೆಯಲ್ಪಟ್ಟು ಸಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಇರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ, ಚಲನೆಯಿಲ್ಲದೆ ಇರಬಹುದು ಅಥವಾ, ಸಮವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುತ್ತಲೂ ಇರಬಹುದು.

ಆದರೆ, ದ್ರವದ ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲಿ ದ್ರವದ ಅಣುಗಳೇನೂ ಇಲ್ಲವಷ್ಟೆ. ಆಗ ದ್ರವದ ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿನ ಅಣುಗಳು ಕೆಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಹೆಚ್ಚಿನ ಎಳೆತಕ್ಕೀಡಾಗಿವೆ. ಅದೇ ದ್ರವದ ಅಣುಗಳು ದ್ರವದ ಮೇಲಕ್ಕೇನೂ ಇಲ್ಲದಿರುವ ನಿಮಿತ್ತ, ದ್ರವದ ಮೇಲ್ಪೊದಿಕೆಯ ಅಣುಗಳು ಸಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುಲಾರವು. ಇವುಗಳ ಮೇಲೆ ಕೆಳಮುಖವಾದ ಎಳೆತವೊಂದು ದ್ರವದ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಗೋಚರವಾಗಲೇಬೇಕು. ಇಂಥ ಬಲದ ಕಾರಣದಿಂದಲೋ ದ್ರವದ ತಲವು ರಬ್ಬರಿನ ತೆಳ್ಳನಾದ ಹಾಳೆಯೊಂದನ್ನು ಹೋಲುತ್ತದೆ. ಈ ಉಪಮೆ ಸಾಧುವೆ? ಎನಿಸಬಹುದು. ತೆಳ್ಳನಾದ ಗುಂಡುಸೂಜಿಯೊಂದನ್ನು ಈ ದ್ರವದ ಮೇಲ್ಪೊದಿಕೆಯು ಆಧರಿಸಬಲ್ಲುದು. ಬ್ಲಾಟಿಂಗ್ ಕಾಗದದಲ್ಲಿ ಗುಂಡುಸೂಜಿಯನ್ನಿಟ್ಟು ದ್ರವದ ಮೇಲೆ ತೇಲಗೊಟ್ಟಾಗ ಕಾಗದ ನೀರು ಹೀರಿ ಮುಳುಗಿದಾಗಲೂ, ಗುಂಡುಸೂಜಿಯು, ತನ್ನ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ನೀರು ಇಲ್ಲವೆ ದ್ರವದ ಸಾಂದ್ರತೆಯ ಸುಮಾರು ಎರಡು ಪಾಲಷ್ಟುಇದ್ದರೂ ತೇಲುತ್ತಲೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾದರೋ ದ್ರವದ ಮೇಲಣ, ಅದರ 'ಹೊರ ಚರ್ಮದ' ಉದ್ದಕ್ಕೂ ವ್ಯಕ್ತವಾಗುತ್ತಲಿರುವ ಎಳೆತವೇ ಸರಿ. ಚಿತ್ರ 8ನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ.



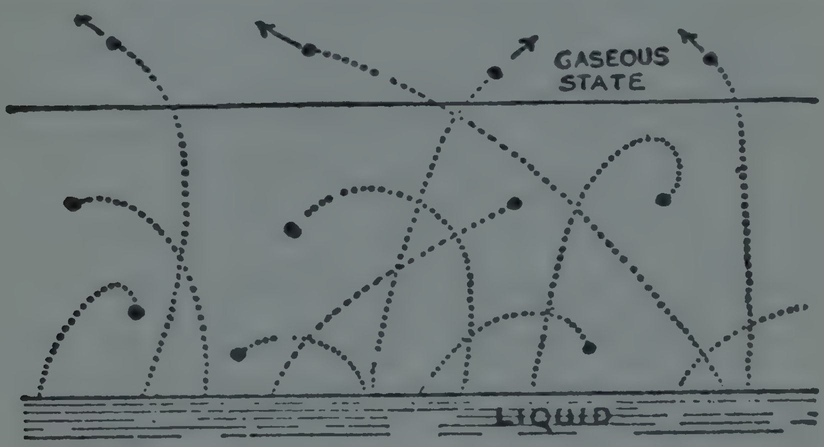
ಚಿತ್ರ 8

ಸಾಬೂನಿನ ಗುಳ್ಳೆಯೊಂದನ್ನು ನೀವು ಕಂಡಿಲ್ಲವೆ? ಇದು ಅತ್ಯಂತ ತೆಳ್ಳನಾಗಿದೆ–ಸೂಕ್ಷ್ಮ ದರ್ಶಕದಿಂದಲಷ್ಟೇ ಇವುಗಳ ದಪ್ಪವನ್ನು ಅಳೆಯಬಹುದು. ಇಷ್ಟು ತೆಳ್ಳನೆಯ ಕವಚವನ್ನು ಪಡೆದಾಗಲೂ ಗುಳ್ಳೆಯು ತಕ್ಕಷ್ಟು ಭದ್ರವಾಗಿದೆ. ಇದರ ಕವಚದ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಸಾಕಷ್ಟು ಎಳೆತವೂ ಗೋಚರಿಸುತ್ತಲಿದ್ದು ಇದು ಫಕ್ಕನೆ ತನ್ನಷ್ಟಕ್ಕೇ – ತಾನಾಗಿಯೇ – ಒಡೆಯುವುದಿಲ್ಲ; ಹೊರಗಿನಿಂದ ಸಾಕಷ್ಟು ಬಲವನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿದರೇನೇ ಇದು ಒಡೆಯಬಲ್ಲುದು.

ಇಂಥ ಅಪರಿಮಿತ (ತಲದ ದಪ್ಪದೊಡನೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ) ಬಲವು ತಲದ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ವ್ಯಕ್ತವಾಗುತ್ತಲಿರುವ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ಸಾಬೂನಿನ ಗುಳ್ಳೆಯೊಂದು, ಇಲ್ಲವೆ ನೀರಿನ ಹುಂಡು ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿರುವಾಗ, ಗೋಲಾಕಾರವನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತದೆ. ಇಷ್ಟೇ ಏತಕ್ಕೆ? ನೀರಿನ ಹನಿ (ಹುಂಡು –drop) ಯೊಂದು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಬೀಳುತ್ತಲಿದೆ ಎನ್ನಿರಿ. ಇದು ತಾನು ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿದೆ. ಇದರ ತಲದಲ್ಲಿ

ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಎಳೆತವು ಪ್ರಕಟವಾಗುತ್ತಲಿದ್ದು, ಇದು ಹುಂಡಿನ ತಲವನ್ನು ಅತ್ಯಂತ ಕಮ್ಮಿ ಮಾಡಲು ಯತ್ನಿಸುತ್ತದೆ. ನಿಶ್ಚಿತ ಗಾತ್ರದ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲ್ಮೈಯು ಅದು ಗೋಲಾಕಾರದಲ್ಲಿದ್ದಾಗಲೇ ಕನಿಷ್ಟವೆನಿಸುವುದು. ಹೀಗಿದ್ದಬಳಿಕ, ನೀರಿನ ಹನಿಯು ತಾನು ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿದ್ದಾಗ ತನ್ನ ಮೇಲ್ಮೈಯು ಎಳೆತಗಳಿಂದಲಷ್ಟೇ ರೂಪ ಪಡೆದಾಗ, ಗೋಲಾಕಾರವಾಗಿದ್ದು ಕನಿಷ್ಟ ಮೇಲ್ಮೈಯನ್ನಷ್ಟೇ ಪ್ರದರ್ಶಿಸುವುದು ಸ್ವಾಭಾವಿಕವೇ, ನೈಸರ್ಗಿಕವೇ. ಹಾಗೆಯೇ, ಸಾಬೂನಿನ ಗುಳ್ಳೆಯು ಸುಮಾರು ಗೋಲಾಕಾರದಲ್ಲೇ ಇರುತ್ತದೆ.

ಸೂರ್ಯಬಿಸಿಲಿನ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ಜಲಾಶಯಗಳ ನೀರು ಆವಿಯಾಗುತ್ತದೆ (evaporate). ದ್ರವಗಳು ಬಾಷ್ಪೀಭವನ ಹೊಂದುತ್ತವೆ. ಇದು ಹೇಗೆ? ನೀರು, ಇಲ್ಲವೆ ದ್ರವಗಳ ಮೇಲ್ಭಾಗದ ಅಣುಗಳು ಸೂರ್ಯನ ಬಿಸಿಲನ್ನು ಪಡೆದು ತಾವು ಹೆಚ್ಚಿನ ಚೈತನ್ಯವನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತವೆ. ಹೆಚ್ಚಿನ ಚೈತನ್ಯವನ್ನೂ, ಶಕ್ತಿಯನ್ನೂ ಪಡೆದು, ಇವು ದ್ರವದ ಹೊರಕ್ಕೆ ನೆಗೆದುಬಿಡುತ್ತವೆ. ಹಾಗೆ ನೆಗೆದು, ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಲೀನವಾಗಿಬಿಡುವ ಅಣುಗಳೇ ನೀರಾವಿ, ದ್ರವದ ಬಾಷ್ಪ (ಆವಿ, vapour) ಎನಿಸುತ್ತವೆ. ಇಂಥ ನೀರಾವಿಯೋ ಒಳ್ಳೆ ಬಿಸಿಲಿನ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಮೈಲುಗಟ್ಟಳೆ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ, ಆಕಾಶದಲ್ಲಿನ ಮೋಡಗಳಲ್ಲಿ ತೇಲುತ್ತಿರುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 9: ದ್ರವದ ಅಣುಗಳ ಮೇಲೆ ಹಾರುವಿಕೆ

ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ಚಿಕ್ಕಪುಟ್ಟ ಜಲಾಶಯಗಳಲ್ಲಿರುವ ನೀರು ವೇಗವಾಗಿ ಆವಿಯಾಗುವುದು, ಅದೃಶ್ಯವಾಗುವುದು. ಅಲ್ಲದೆ, ಹೆಚ್ಚಿನ ಉಷ್ಣತೆಯ ಕಾರಣದಿಂದಲೂ ಬಾಷ್ಪೀಭವನ ಕಾರ್ಯವು ಅಲ್ಲಿ ವೇಗತರವಾಗುವುದು. ಶಾಯಿಯಲ್ಲದ್ದಿದ ಲೇಖನಿಯಿಂದ ಕಾಗದದ ಮೇಲೆ ಬರೆಯುವಿರಿ ಎನ್ನೋಣ. ಬರೆದು ಮುಗಿಯುವಷ್ಟರಲ್ಲೇ ಶಾಯಿ ಆರಿಬಿಡುತ್ತದೆ. ಇದು ಹೇಗೆ? ಶಾಯಿಯು ಚೂಪಾದ ಮೊನೆಯಿಂದ ಕೆಳಗೆ ಇಳಿಯುತ್ತದೆ. ಇದರ ಗಾತ್ರವೋ ಮೊನೆಯ ಗಾತ್ರ, ಮೇಲ್ಮೈ ಮತ್ತು ಕಾಗದದ ಸುತ್ತಲೂ ಇರುವ ಅವಕಾಶದೊಡನೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ಅತ್ಯಲ್ಪ–ಶೂನ್ಯಕಲ್ಪವೇ–ಎಂದರೂ ತಪ್ಪಿಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದ ಬಣ್ಣದಂಶವನ್ನು – ಅಂಟುವ ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತು–ವನ್ನು ಕಾಗದಕ್ಕೆ ಅಂಟಿಸಿ, ದ್ರವದಂಶವು ಹಾಗೆಯೇ ಬರೆದು ಮುಗಿಸುವಷ್ಟರಲ್ಲೇ, ಆವಿಯಾಗುವುದು. ಮಕ್ಕಳು ಬಣ್ಣ ಕೊಡಲು ಮೊದಲು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ವಾಟರ್‌ಕಲರ್ (water colour) ಗಳ ಮಾತೂ ಇಂಥದೇ. ಚುಟುಕಿನಲ್ಲಿ ಹೇಳುವದಾದರೆ, ದ್ರವಗಳ ತಲಗಳಿಂದ ಬಾಷ್ಪೀಭವನ ಕಾರ್ಯವು ಜರಗುತ್ತಲೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಹೆಚ್ಚಿನ ಉಷ್ಣತೆಯು ಈ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ದ್ರುತಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ. ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಒಮ್ಮೆ ಆವಿಯಾಗಿ ಮಾರ್ಪಟ್ಟ ಅಣುಗಳನ್ನೋಡಿಸುವಂತೆ, ಗಾಳಿಯ ಹರಿವೂ ದ್ರವದ ಮೇಲಿದ್ದರೆ, ಆವಿಯಾಗುವ ಕಾರ್ಯವು ಮತ್ತೂ ಭರದಿಂದ ಸಾಗುತ್ತದೆ. ಒದ್ದೆಯಾದ ಕೈಗಳನ್ನು ಟವೆಲುಗಳಿಂದ ಉಜ್ಜುವುದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಸುಗಮವಾಗಿ, ಚುರುಕಾಗಿ, ಬಿಸಿ ಮತ್ತು ನೀರಿನ ಪಸೆಯಿಲ್ಲದ (ನಿರಾರ್ದ್ರ) ಗಾಳಿಯಿಂದ ಒಣಗಿಸಬಹುದು.

ನೀರು ಆವಿಯಾಗುವಾಗ ದ್ರವದ ಬಾಷ್ಪವು ಬಿಟ್ಟು ಮೇಲೆ ಹಾರುವಾಗ, ದ್ರವವು ಶೀತಲವಾಗುವುದು. ನೀರಿನಿಂದ ನಾವು ಹೊರಕ್ಕೆ ಬಂದಾಗ, ನಮ್ಮ ಮೈಮೇಲಿನ ನೀರನ್ನು ಸುತ್ತಲಿನ ಗಾಳಿಯು ಹೀರಲಾರಂಭಿಸುವುದು. ಈ ನೀರು ಹೀರಲ್ಪಟ್ಟು ಆವಿಯಾಗಿ ಗಾಳಿಯನ್ನು ಸೇರುವಾಗ, ನಮಗೆ ಮೈ ತಣ್ಣಗಾದಂತೆಯೂ ಭಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ಬೆರಳನ್ನು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಅದ್ದಿ, ಹಾಗೇ ಗಾಳಿಗೊಡ್ಡಿ ಹಿಡಿಯಿರಿ. ನೀರು ಆವಿಯಾದಂತೆ ಬೆರಳು ತಣ್ಣಗಾಗುವುದು. ಎಷ್ಟು ವೇಗವಾಗಿ ನೀರು ಆವಿಯಾಗುತ್ತದೋ ಅಷ್ಟು ಬೇಗನೆ ತಂಪು ಆವರಿಸುತ್ತದೆ. ಮದ್ಯಸಾರವು ವೇಗತರವಾಗಿ ಆವಿಯಾಗುವ ದ್ರವ. ಇದು ಅಂಗೈಯಲ್ಲೋ, ಗಾಯದ ಮೇಲ್ಗಡೆಯೋ, ಆವಿಯಾಗುವ ವೇಳೆ, ತಡೆಯಲಾರದ ತಂಪು–ಚಳಿ–ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಇದು ಆವಿಯಾಗಲು ಅವಶ್ಯವಿರುವ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಮೈಯಿಂದ ಪಡೆದೇ ದ್ರವವು ಬಾಷ್ಪವಾಗುತ್ತದೆ.

ಚಿಕ್ಕ ಬಾಯಿಯ ತಟ್ಟೆಯಲ್ಲೋ, ಗ್ಲಾಸಿನಲ್ಲೋ ಇದ್ದ ಬಿಸಿ ಗಂಜಿ, ಇಲ್ಲವೆ ಕಾಫಿಯು ವಿಶಾಲವಾದ ಬಟ್ಟಲಿಗೆ ಸುರುವಿದಾಗ ಬೇಗನೆ ಬಿಸಿ ಆರುವುದು. ಅಂದರೆ, ವಿಶಾಲವಾದ ಬಟ್ಟಲಿನಲ್ಲಿ ಅಷ್ಟೇ ವಿಶಾಲವಾದ ದ್ರವದ ಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ ದ್ರವದ ಅಣುಗಳು ಬಾಷ್ಪರೂಪವನ್ನು ಪಡೆದು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಲೀನವಾಗುವುವು. ಈ ಕಾರ್ಯಕ್ಕೆ ತಕ್ಕ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ದ್ರವದಿಂದಲೇ ಇವು ಪಡೆಯುವ ಕಾರಣ, ಕಾಫಿ ಬಿಸಿ ಆರುವುದು, ತಣ್ಣಗಾಗುವುದು. ಚಿಕ್ಕ ಬಾಯಿಯ ಪಾತ್ರೆಯ ದ್ರವವೊಡ್ಡುವ ಮೈಯ ವೈಶಾಲ್ಯವು ಕಮ್ಮಿ ಇದ್ದು, ಫಕ್ಕನೆ ಬಿಸಿ ಆರಲಾರದು ಎಂದು ಬೇರೆ ಹೇಳುವ ಅವಶ್ಯವಿಲ್ಲ.

ದ್ರವಗಳ ಬಾಷ್ಪೀಭವನ ಕಾರ್ಯದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಉಪಕಾರವಿದೆ. ನಾವು ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಮೂಸುತ್ತೇವೆಯಷ್ಟೆ. ದ್ರವದ, ಇಲ್ಲವೆ ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತುವಿನ ನಾತವೋ ಅದರ ಮೇಲಿನ ಕವಚದಿಂದ ಸುತ್ತಲೂ ನೆಗೆಯುವ ಅಣುಗಳಿಂದಲೇ ಉಂಟಾಗುವಂಥದು. ಈ ಅಣುಗಳು ಗಾಳಿಯ ಅಣುಗಳೊಡನೆ ಬೆರೆತು, ಸುತ್ತಲೂ ಹರಿದಾಡುತ್ತ, ನಮ್ಮ ಮೂಗನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿದಾಗಲಷ್ಟೇ ನಮ್ಮ ಘ್ರಾಣೇಂದ್ರಿಯವನ್ನು ಚಕಿತಗೊಳಿಸುವುವು. ಇಂದಿನ ತನಕವೂ ಇದೆಂಥ ಕಾರ್ಯವೆಂಬುದರ ವಿವರಗಳು ತಿಳಿದಿಲ್ಲವಾದರೂ ಮನುಷ್ಯನ ಘ್ರಾಣೇಂದ್ರಿಯವು ಸುಮಾರು $\frac{1}{೧,೦೦೦,೦೦೦,೦೦೦}$ ಗ್ರಾ್ಯಂ ವಸ್ತುವನ್ನು ಮೂಸಿ ಗುರುತಿಸಬಲ್ಲುದು ಎಂಬುದನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಕೆಲವು ವಸ್ತುಗಳು ತುಂಬಾ ವಾಸನೆಯನ್ನೀಯುತ್ತವೆ. ಇತರ ವಸ್ತುಗಳು ಇಷ್ಟು ನಾತವಿಲ್ಲ. ಇದೇತಕ್ಕೆ ಎಂಬುದರ ಉತ್ತರವನ್ನೂ ಸಮರ್ಪಕವಾಗಿ ಇಷ್ಟರ ತನಕ ಕೊಟ್ಟಿಲ್ಲವಾದರೂ, ವಸ್ತುಗಳ ನಾತವು ಅವುಗಳ ಅಣುಗಳಿಂದಲೇ ಘಟಿಸುವಂಥದು, ಈ ಅಣುಗಳು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಹಾರಾಡುತ್ತಾ ಮೂಗನ್ನು ಸೇರಿ ಘ್ರಾಣೇಂದ್ರಿಯವನ್ನು ಸೋಂಕಿದಾಗಲೇ ವಸ್ತುವಿನ ನಾತದ ಅರಿವಾಗುವುದು ಎಂಬುದು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿದೆ. ಘನ ಮತ್ತು ದ್ರವ ವಸ್ತುಗಳು ಈ ಪ್ರಕಾರವಾಗಿಯೇ ತಂತಮ್ಮ ನಾತವನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸುತ್ತವೆ. ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಸಲ್ಫೈಡ್, ಅಮೋನಿಯೂ ಮೊದಲಾದ ಅನಿಲಗಳಿಗೆ ಸ್ವಂತ ಮತ್ತು ವಿಶಿಷ್ಟ ನಾತಗಳಿವೆ. ಆದರೆ ಅನೇಕ ದ್ರವ ಮತ್ತು ಘನವಸ್ತುಗಳು ತಂತಮ್ಮ ನಾತವನ್ನು ಅವವುಗಳ ಅಣುಗಳ ಹಾರಾಟದಿಂದಲೇ ಪ್ರಕಟಿಸುವಂಥವು ಎಂದು ಇಷ್ಟರ ತನಕ ತಿಳಿದಿರುವ ಒಟ್ಟು ವಿಚಾರ.

ನೀರಿನಿಂದ ಒದ್ದೆಯಾಗುವುದು ಹೇಗೆ......

ವಸ್ತ್ರಗಳಿಂದ ಮೈ ಉಜ್ಜುವ ತತ್ವ

ನೀರಿಗಿಳಿದು ಮುಳುಗಿದರೆ ನಮ್ಮ ಮೈ, ಬಟ್ಟೆ ಇವೆಲ್ಲವೂ ಒದ್ದೆಯಾಗುವುದು ಸರ್ವ ವಿದಿತವೇ ಇದ್ದರೂ, ಮೈ ಒದ್ದೆಯಾಗುವ ಕಾರಣ ಏನು ? ಎಂಬುದು ಅನೇಕರಿಗೆ ತಿಳಿದಿಲ್ಲ. ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತುವಿನ ಅಣುಗಳು – ಮೈಯ ಮೇಲಣ ಅಣುಗಳು–ನೀರಿನ ಅಣುಗಳನ್ನು ಅವವು ತಾವೇ ಪರಸ್ಪರ ಆಕರ್ಷಿಸಿಕೊಳ್ಳು

ವುದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಗಾಢವಾಗಿ, ಬಲವಾಗಿ ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತವೆ. ಇಂಥ ಪ್ರಬಲ ಆಕರ್ಷಣೆಯೇ ಮೈ ಮತ್ತು ವಸ್ತ್ರಗಳು ಒದ್ದೆಯಾಗಲು ಕಾರಣ. ವಿವಿಧ ಕಣಗಳೂ ವಸ್ತ್ರಗಳ ಅಣುಗಳೂ ಪರಸ್ಪರ ಆಕರ್ಷಿಸುವುದು ಸಂಲಗ್ನತೆಯನ್ನೇ ಹೋಲುವ ಬಲವಾದರೂ, ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಜಾತಿಯ ಬಲವೆನಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಕಾರ್ಯವು ಸಂಲಗ್ನತೆಯಾಗಿರದೆ ವಿವಿಧ ಅಣುಗಳು ಸಕ್ತವಾಗುವ ಬಲವಾಗಿದೆ. ಇದನ್ನು ಸಕ್ತತೆ (adhesion)ಯಬಲವೆನ್ನಬಹುದು. ದ್ರವದ ಅಣುಗಳು ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತುವಿಗೆ ಸುಲಭವಾಗಿ ಅಂಟಿಕೊಳ್ಳುವುವು. ಗೋಂದು, ವಜ್ರಸರಿಗೆಯಂಥ ದ್ರವಾವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿನ ಪದಾರ್ಥಗಳು ಉತ್ತಮ ಅಂಟುಗಳೆನಿಸಲು ಅವುಗಳ ಈ ಧರ್ಮವೇ ಕಾರಣವಾಗಿದೆ. ಸಂಲಗ್ನಬಲಗಳು ಒಂದೇ ಪದಾರ್ಥದ (ಅದು ಯಾವುದೇ ಇರಲಿ) ಅಣುಗಳ ಮಧ್ಯೆ ತೋರುವ ಬಲವಾದರೆ, ಇಂಥ ಸಕ್ತತೆಯ, ಇಲ್ಲವೆ ಅಂಟುವ ಬಲಗಳು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಅವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿರುವ ಇಲ್ಲವೆ ವಿವಿಧ ಪದಾರ್ಥಗಳ ಅಣುಗಳ ನಡುವಣ ಬಲಗಳಾಗಿವೆ.

ಇಂಥ ಅಂಟುವ ನಿದರ್ಶನಗಳನ್ನು ನಿತ್ಯಜೀವನದಲ್ಲಿ, ನಿಸರ್ಗದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಕಡೆ ಕಾಣಬಲ್ಲೆವು. ತಟ್ಟೆಗಳ ಮೇಲೆ ಎರಗಿದ ಮಳೆಯ ತುಂತುರುಗಳು ಬಹಳ ಕಾಲ ಹಾಗೆಯೇ ಅಂಟಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾದರೋ ನೀರು ಮತ್ತು ತಟ್ಟೆಯ ಅಣುಗಳ ನಡುವಣ ಸಕ್ತತೆಯ ಬಲಗಳೇ. ಚೆನ್ನಾಗಿ ಬಿಸಿಲು ಕಾದು, ಗಾಳಿಯು ಆರ್ದ್ರವಾದಾಗ (humid), ನಮ್ಮ ಬೆವರು ಫಕ್ಕನೆ ಮೈಯಿಂದ ಆವಿಯಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಅಲ್ಲದೆ, ಇದು ಸುಲಭವಾಗಿ ನಮ್ಮ ವಸ್ತ್ರ, ಅಂಗಿಗಳಿಗೂ ಅಂಟಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಈವಸ್ತ್ರಗಳು ನಮ್ಮ ಮೈ ಬೆನ್ನುಗಳಿಗೆ ಅಂಟುತ್ತವೆ. ಇದಕ್ಕೂ ಈ ಅಂಟುವ, ಸಕ್ತ ಬಲಗಳೇ ಕಾರಣಗಳು. ದಿನಗಟ್ಟಳೆ ಮಳೆಬಿದ್ದು ವಾತಾವರಣವು ನೀರಿನ ಪಸೆಯಿಂದ ಕೂಡಿದ್ದಾಗ, ಬಾಗಿಲು ಮತ್ತು ಕಿಟಿಕಿಗಳ ಕೀಲುಗಳ ಮೇಲೆ ನೀರಿನ ಪಸೆಯು ಸುಲಭವಾಗಿ ಅಂಟಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಬ್ಯಾಂಕಿನಲ್ಲಿ ನೋಟು ಲೆಕ್ಕ ಮಾಡುವವರು ನೀರಿನ ಪಸೆಯನ್ನು ತಮ್ಮ ಬೆಟ್ಟುಗಳಿಗೆ ಹತ್ತಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದೂ ಈ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ. ದ್ರವವು ದಪ್ಪವಿದ್ದಂತೆ ಇದರ ಅಂಟುವ ಶಕ್ತಿಯೂ ಜಾಸ್ತಿ. ಜೇನಿನಂಥ ದ್ರವಗಳು ಚಮಚಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಕ್ತತೆಯಿಂದ ಅಂಟಿಕೊಳ್ಳುವ ನಿಮಿತ್ತ, ಫಕ್ಕನೆ ಅವುಗಳಿಂದ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಇಳಿಯುವುದಿಲ್ಲ. ಒಂದು ಪಕ್ಷ, ಇಂಥ ಅಂಟುವಿಕೆಗೆ ಅವಕಾಶವಿಲ್ಲದೆ ಹೋದರೆ, ದ್ರವವು ಗಟ್ಟಿ ಪದಾರ್ಥದ ಹೊರಮೈಯಲ್ಲಿ ಹಾಗೆಯೇ ಚಿಕ್ಕ ಹುಂಡಿನಂತೆ ಉಳಿಯುವುದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಶಾಯಿ ತುಂಬುವ ನಳಿಗೆಯಲ್ಲಿ ತುಸು ನೀರನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು, ಚಿಕ್ಕ ಹುಂಡೊಂದನ್ನು ಒಂದು ಉಕ್ಕಿನ ಹಾಳೆಯ ಮೇಲೆ, ಇಲ್ಲವೆ ಕನ್ನಡಿಯ ಮೇಲೆ ಬಿಡಿರಿ. ಇದು ಹಾಗೆಯೇ ಗೋಲಾಕಾರವಾಗಿ ಅದರ ಮೇಲೆ ಉಳಿಯುವುದು. ಕನ್ನಡಿಯನ್ನೋ, ಹಾಳೆಯನ್ನೋ ತುಸು ಬಾಗಿಸಿದರೂ ಕೂಡ ಇದು ಮುಂದೆ ಹಾಗೆಯೇ ಚಲಿಸುತ್ತದೆಯೇ ವಿನಾ ಕನ್ನಡಿಯನ್ನಾಗಲಿ, ಉಕ್ಕನ್ನಾಗಲಿ ಒದ್ದೆ ಮಾಡುವುದಿಲ್ಲ. ಅಂದರೆ ಸಂಪರ್ಕವಿದ್ದ ಭಾಗವು ಮಾತ್ರ ಒದ್ದೆಯಾಗಿದ್ದು ಹುಂಡು ಚಲಿಸಿದಂತೆ, ಹಿಂದೆ ಒದ್ದೆಯಾಗಿದ್ದ ಭಾಗವು ಒಣಗಿಕೊಳ್ಳುವುದು.

ಮಳೆ ಬಂದಾಗ ನಾವು ಒದ್ದೆಯಾಗಲು ಕಾರಣವೇನು ? ಮಳೆಯ ನೀರು ನಮ್ಮ ವಸ್ತ್ರಗಳೀದಲೇನೂ ಜಾರಿಕೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲ. ಮೈಯ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದ ನೀರನ್ನೂ ವಸ್ತ್ರದ ಛಿದ್ರಗಳು ಮೇಲಕ್ಕೆ ಉದ್ಧರಿಸುವುವು. ಬ್ಲಾಟಿಂಗ್ ಕಾಗದ, ಇಲ್ಲವೆ ಮೈ ಉಜ್ಜುವ ದಪ್ಪವಾದ ವಸ್ತ್ರಗಳು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಶಾಯಿಯನ್ನೋ, ಮೈಯಿಂದ ನೀರನ್ನೋ ಉದ್ಧರಿಸುವ ಕಾರ್ಯವೂ ಇಂಥದೇ. ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯು ನೀರನ್ನು ಭೂಮಿಯತ್ತ ಆಕರ್ಷಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಬಲವಾದರೆ, ಇದರ ವಿರುದ್ಧ ದ್ರವಗಳ ಉದ್ಧಾರ ಬಲಗಳು (ascending) ಅತಿ ಸಪುರವೆನಿಸಿದ ನಾಳಗಳಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯವೆಸಗುತ್ತ ವ್ಯಕ್ತವಾಗುತ್ತವೆ.

ಒಂದು ಲೋಟೆಗೆ ಹಾಕಿದ ನೀರು, ಲೋಟೆಯ ಸುತ್ತಲೂ ನೀರು ಲೋಟೆಗೆ ತಾಗಿರುವಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಮೇಲೇರಿದಂತೆ, ಉಕ್ಕುವಂತೆ ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲವೆ? ಅಂದರೆ, ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ನೀರು ಕ್ಷಿತಿಜಕ್ಕೆ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿ, ಸಮತಳವಾಗಿ, ಉಳಿಯುವುದಿಲ್ಲ; ಬದಲು, ಸುತ್ತಲೂ ಪಾತ್ರೆಯನ್ನು ಅಂಟಿಕೊಂಡು ಮೇಲೇ

ರಲು ಯತ್ನಿಸುತ್ತದೆ. ಇದು ಎಲ್ಲಾ ದ್ರವಗಳ ವಿಚಾರವಾದರೆ, ರಸವು ಮಾತ್ರ ಪಾತ್ರೆಯ ಸುತ್ತಲೂ ಕೆಳಗೆ ಚಲಿಸಲು ಹವಣಿಸುತ್ತದೆ. ಅದರ ತಳವು ಕೆಳಗೆ ಬಾಗುವುದು; ಇತರ ದ್ರವಗಳ ತಲಗಳು ದ್ರವದ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವು ಚಿಕ್ಕದಾದರೆ ಇಂಥ ಬಲಗಳಿಗೆ ವಿರುದ್ಧವಾದ ಬಲಗಳೂ ದ್ರವಕಾಂಡದಲ್ಲಿ ಗೋಚರಿಸಿ ದ್ರವವೇ ಮೇಲಕ್ಕೇರುವುದು. ಅಂದರೆ, ಮೇಲಕ್ಕೇರಿದ ದ್ರವದ ಭಾರವು ಆ ಕಾಂಡದ ಸುತ್ತಲೂ ನಳಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಗೋಚರಿಸುವ ದ್ರವತಲದ ಬಲಗಳಿಗೆ ಸಮನಾಗುವುದು. ಅತ್ಯಂತ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ಲೋಮ ನಾಳಗಳಲ್ಲಂತೂ ದ್ರವವು ಹೊರವಮಟ್ಟದಿಂದ ಮೇಲಕ್ಕೇರುವುದು. ಇದನ್ನು ದ್ರವಗಳ ಲೋಮ ನಾಳೋದ್ಧಾರ (Capillary rise) ವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಈಗ ತಾನೆ ಹೇಳಿದಂತೆ, ನಾಳವು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದಂತೆ, ಉದ್ಧೃತ ದ್ರವಕಾಂಡವು ಸಪುರವಾದಂತೆ, ಇದರ ಎತ್ತರವು ಮತ್ತೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ನಾಳವು ಅಗಲವಾಗಿದ್ದಂತೆ ಕಾಂಡದ ಎತ್ತರವು ಕಮ್ಮಿ ಆಗುತ್ತದೆ; ಇನ್ನೂ ಬಹಳ ಅಗಲ ಪಾತ್ರೆಗಳಲ್ಲಿ, ನಾವು ಹೇಳಿರುವಂತೆ ದ್ರವವು ಮೇಲೆ ಉಕ್ಕದೆ, ಪಾತ್ರೆಯ ಸುತ್ತಲೂ ಪಾತ್ರೆಯ ಅಣುಗಳ ಮತ್ತು ದ್ರವಾಣುಗಳ ನಡುವಣ ಸಕ್ತ ಬಲಗಳ ದೆಸೆಯಿಂದ ತುಸುವೇ ಬಾಗುವುದು. ಮೈ ಉಜ್ಜುವ ದಪ್ಪ ಟವೆಲಿನಲ್ಲಿ, ಬ್ಲಾಟಿಂಗ್ ಕಾಗದದಲ್ಲಿ, ಅತ್ಯಂತ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಛಿದ್ರಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಇವೇ ಲೋಮನಾಳಗಳ ಕಾರ್ಯವನ್ನೆಸಗುತ್ತವೆ. ಮೈಯಿಂದ ನೀರನ್ನು, ಕಾಗದದಿಂದ ಶಾಯಿಯನ್ನೂ ತಮ್ಮ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಛಿದ್ರಗಳ ಮೂಲಕ ಸರಾಗವಾಗಿ ಮೇಲಕ್ಕೆತ್ತುತ್ತವೆ, ಮತ್ತು ಮೈಯನ್ನೋ, ಶಾಯಿಯ ಬರಹವನ್ನೋ ಒಣಗಿಸುತ್ತವೆ. ಮೇಣದ ಬತ್ತಿಯು ಉರಿಯುವಾಗಲೂ, ಈ ಉಷ್ಣದ ಕಾರಣದಿಂದ ಅಲ್ಲೇ ಕೆಳಗಿನ ಮೇಣವು ಕರಗುತ್ತದೆ. ದ್ರವರೂಪದ ಮೇಣವು ಆಗ ಬತ್ತಿರೂಪದ ನಾಳಿಕೆಯ ಮೂಲಕ ಮೇಲೆ ಎತ್ತಲ್ಪಟ್ಟು, ಮೇಲ್ಗಡೆ ಉರಿಯುತ್ತದೆ. ಎಣ್ಣೆ ದೀಪಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಬತ್ತಿಯ ಮೂಲಕ ಎಣ್ಣೆ ಏರುವುದೂ, ದ್ರವಗಳ ಲೋಮನಾಳೋದ್ಧಾರಕಾರ್ಯವೆಂದೇ ಇಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಹೇಳುವ ಅವಶ್ಯವಿಲ್ಲ.

ಅತ್ತಿಂದಿತ್ತ......ಇತ್ತಿಂದತ್ತ

ಗಿಲ್ಬರ್ಟ್ ಮತ್ತು ಸಲಿವನ್‌ರ Iolanthe ನ ದೇವತೆಗಳು ಕುಣಿದಾಡುತ್ತ, ನಾಟ್ಯವಾಡುತ್ತಾ ಚಲಿಸುತ್ತಲೇ ಇದ್ದಂತೆಯೇ, ಪದಾರ್ಥದ, ಮುಖ್ಯವಾಗಿ, ಅನಿಲಾವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿನ ಅಣುಗಳು ಸದಾ ಚಲಿಸುತ್ತಲೇ, ನಾಟ್ಯವಾಡುತ್ತಲೇ ಇವೆ. ಇಂಥ ಅವಿಶ್ರಾಂತ ಚಲನೆಯೋ ಇನ್ನೂ ಮಿಲಿಯಗಟ್ಟಳೆ ವರ್ಷಗಳ ತನಕ ನಡೆಯುವ ಕಾರ್ಯವೇ ಎನ್ನಲಡ್ಡಿಯಿಲ್ಲ. ಇಂಥ ಸತತ ಚಲನೆಗೇನು ಕಾರಣ? ತೋರಿಕೆಗೆ, ಯಾವ ಪ್ರಕಾರದಲ್ಲೂ ನಾವು ಈ ಅಣುಗಳಿಗೆ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊರಗಿನಿಂದ ಒದಗಿಸುತ್ತಿಲ್ಲ. ಆದರೂ ಇವು ಸದಾ ಚಲನಶಕ್ತಿಯನ್ನು ತೋರುತ್ತಲಿವೆ. ಇದಕ್ಕೇನು ಕಾರಣ?

ಉಷ್ಣದ ಕಾರಣದಿಂದ ಅಣುಗಳ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಬಹುದು ಎಂಬುದನ್ನು ಪ್ರಸ್ತುಪಿಸಿದ್ದೇವೆ ಯಷ್ಟೆ. ಉಷ್ಣತೆಯ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಹೊಂದಿ ಈ ಅಣುಗಳು ತಮ್ಮ ನರ್ತನ, ಚಲನಗಳನ್ನು ತೋರುತ್ತ ಲಿವೆ. ಉಷ್ಣತೆಯು ಹೆಚ್ಚಿದ್ದಾಗ ವೇಗವಾಗಿಯೂ, ಉಷ್ಣತೆಯು ಕಮ್ಮಿಯಿದ್ದಾಗ ಮಂದವೇಗದಲ್ಲೂ, ಅಣುಗಳು ಚಲಿಸುತ್ತವೆ. ವೇಗದ ಪರಿಮಾಣವೋ ಉಷ್ಣತೆಯು ಕಮ್ಮಿಯಾದಂತೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಸುಮಾರು $-273°C$ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಾದರೋ ಈ ಚಲನಶಕ್ತಿ ಶೂನ್ಯವೆನಿಸುವುದು. ಈ ಶಾಖ (ಉಷ್ಣತೆ $-$ temperature) ವಾದರೋ ಅತ್ಯಲ್ಪ. ನಿತ್ಯಜೀವನದಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಗಡೆ ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ $-75°C$ ಗಿಂತ ಕಮ್ಮಿ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ನಾವು ಕಾಣುವಂತಿಲ್ಲವಾದರೂ, ಇಂದಿನ ತಂತ್ರೋದ್ಯಮಗಳ, ಪರಿಷ್ಕೃತ ಮಾರ್ಗಗಳ ಕಾರಣದಿಂದ $-273°C$ನ ಹತ್ತಿರದ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಪಡೆಯಲಾಗಿದೆ. ಆ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ, ಅಂದರೆ $-273°C$ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಹೀಲಿಯಂ ಧಾತು ಮಾತ್ರ ದ್ರವ ರೂಪದಲ್ಲಿರಬಹುದೇ ವಿನಾ, ಇನ್ನೆಲ್ಲ ಪದಾರ್ಥವೂ ಘನರೂಪದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಇರಬಲ್ಲುದು. ಅನಿಲ

ಇಲ್ಲವೆ, ದ್ರವರೂಪಗಳನ್ನು ಅಷ್ಟು ಕಮ್ಮಿ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಯಾವ ಪದಾರ್ಥವೂ ತೋರದು. ಅಂದರೆ, ಈ ಉಷ್ಣತೆಯು ಪದಾರ್ಥದ 'ಅವಸ್ಥಾತ್ರಯ'ಗಳ ಸಾವಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ.

ಈ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು –273°Cನ್ನು ನಿರಪೇಕ್ಷಶೂನ್ಯ ಉಷ್ಣತೆ (Absolute Zero)ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ವಿವರಗಳನ್ನು ಮುಂದಿನ ಉಷ್ಣ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ನೋಡುವಿರಂತೆ. ಸೂರ್ಯನಿರುವ ತನಕ, ಸೂರ್ಯನು ತನ್ನ ಕಾವನ್ನು ಕೊಡುತ್ತಲಿರುವ ತನಕ, ನಿಸರ್ಗದಲ್ಲಿ ಇದು ಎಲ್ಲಿಯೂ ಸಿಗುವಂತಿಲ್ಲ. ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಕೂಡ ನಿರಪೇಕ್ಷಮಾನ 0.6 ಡಿಗ್ರಿ ಹತ್ತಿರಕ್ಕೆ ಮನುಷ್ಯ ಬಂದಿರುತ್ತಾನೆಯೇ ವಿನಾ –273°C ಎಂಬುದು ಈ ತನಕ, ಒಂದು ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಎವರೆಸ್ಟ್ ಶಿಖರವಿದ್ದಂತೆ, ಅಜೇಯವಾಗಿಯೇ ಉಳಿದಿದೆ.

ಹೀಗೆ ನಮ್ಮ ವ್ಯೂಹದ ಸೂರ್ಯ – ಮುಖ್ಯ, ಆತನ ಕಾವು – ಅನಿಲಗಳಲ್ಲಿನ ಅಣುಗಳ ಅವಿಶ್ರಾಂತ ಚಲನೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗಿದೆ. ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಶಕ್ತಿ ದೊರೆಯುವ ತನಕವೂ ಈ ಅಣುಗಳು ತಂತಮ್ಮ ವಿಶಿಷ್ಟ ಚಲನೆಗಳನ್ನು ತೋರುತ್ತಲೇ ಇರಬಲ್ಲವು.

ಭಾಗ ಮೂರು

ಪರಮಾಣು ರಚನೆ ಮತ್ತು ಪರಮಾಣು ಯುಗ

ಪರಮಾಣುವಿನ ಬಗ್ಗೆ ಪುರಾತನ ಭಾವನೆಗಳು......ಈ ಶತಮಾನದ ಆದಿ......ಕ್ಯೂರಿ ದಂಪತಿಗಳ ಶೋಧಗಳು......ಪರಮಾಣು ಶೋಧದಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸಿದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು...... 92ನೈಸರ್ಗಿಕ ಧಾತುಗಳು......ಪರಮಾಣುವಿನ ಗಾತ್ರ......ಪರಮಾಣುವಿನ ಗಹನ ಸ್ವರೂಪ ......ಪ್ರೊಟಾನ್, ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್, ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್......ಪರಮಾಣುಬೀಜ......ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ವೇಗ ......ಧಾತುಗಳಲ್ಲಿನ ವೈತ್ಯಾಸ......ರಾಸಾಯನಿಕ ಜೋಡಣೆಗಳ ಆಟ......ಬೀಜದೊಳಗಿನ ಬಲಗಳು......ಬಂಧಕಶಕ್ತಿ......ಹೊರವಲಯಗಳ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಮತ್ತು ರಾಸಾಯನಿಕ ಬದಲಾವಣೆಗಳು......'8'ರ ಪೂರೈಕೆಯಾಟ......ರಾಸಾಯನಿಕ ಬದಲಾವಣೆಗಳ ವಿವರಣೆ ......ಪರಮಾಣುಬೀಜದ ವಿದಲನ......ಸರಪಣಿಕ್ರಿಯೆ...... ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯ ಶಾಂತಿ ಕಾಲದ ಉಪಯೋಗಗಳು......ವಾಹಕಗಳು ಮತ್ತು ಅವಾಹಕಗಳು.

ಕಳೆದ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ವಸ್ತುರಚನೆಗೆ ಕಾರಣವಾದ ಅಣುಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ವಿವರಗಳನ್ನು ಸಂಗಹಿಸಿದೆವು. ಇವು ತುಸು ಅಂತರದಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಎರಡು ಅಣುಗಳ ಅಂತರವು ಕಮ್ಮಿ ಇದ್ದಷ್ಟು, ಅವುಗಳ ನಡುವಣ ಆಕರ್ಷಕ ಬಲವು ಹೆಚ್ಚಿದ್ದು, ಆ ವಸ್ತುವು ವಿಶಿಷ್ಟ ಸ್ವತಂತ್ರ ರೂಪವನ್ನು ತಳೆದಿರುತ್ತದೆ. ಅಣುಗಳು ಸ್ವಲ್ಪ ಹೆಚ್ಚಿನ ಅಂತರದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ, ವಸ್ತುವು ದ್ರವರೂಪದಲ್ಲೋ ಅನಿಲರೂಪದಲ್ಲೋ ಇದ್ದು, ಆ ಅಣುಗಳು ಸಾಕಷ್ಟು ವೇಗದಿಂದ ಅತ್ತಿಂದಿತ್ತ, ಇತ್ತಿಂದತ್ತಲೆಂಬಂತೆ, ಚಲಸುತ್ತಲೇ ಇರುತ್ತವೆ; ಅಲ್ಲದೆ, ಈ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಇರುವಂಥ ಸ್ವತಂತ್ರ ಆಕಾರವು ಹರಿಯುವ ಗುಣವುಳ್ಳ ದ್ರವ ಮತ್ತು ಅನಿಲಾವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿನ ಪದಾರ್ಥಗಳಿಗಿಲ್ಲ ಎಂಬುದನ್ನೂ ಪರಿಶೀಲಿಸಿದೆವು.

ಅಣುವಿನ ರಚನೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗುವ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ಈ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಪರಿಶೀಲಿ ಸೋಣ. ಈಗ ಸುಮಾರು ಅರ್ವತ್ತು ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದಿನ ತನಕವೂ ಪರಮಾಣುಗಳು ಅವಿಭಾಜ್ಯಗ ಳೆಂದೂ, ಇವೇ ಪದಾರ್ಥ ರಚನೆಯ ಕಟ್ಟಕಡೆಯ ಸ್ವತಂತ್ರರಚನಾವಸ್ತುಗಳು –ಇಟ್ಟಿಗೆಗಳೆಂದೂ ಭಾವಿಸಲಾಗಿತ್ತು. ರಸಭಸ್ಮವನ್ನು ರಸ ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಜನಕವೆಂದೂ, ನೀರನ್ನು ಜಲಜನಕ ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಜನಕವೆಂದೂ ವಿಂಗಡಿಸಬಲ್ಲೆವು. ಆದರೆ ಮತ್ತೆ ಇವುಗಳ ವಿಭಜನೆ ಅಸಾಧ್ಯವೆಂದೇ ಪರಿಗಣಿಸ ಲಾಗಿತ್ತು.

ಈ ಮೂಲಧಾತುಗಳು ತಾವೇ ವಿಶ್ವದ ರಚನೆಯ ಮೂಲ ಇಟ್ಟಿಗೆಗಳಾದರೆ ಎಲ್ಲಾ ವಸ್ತುಗಳು ಮೂಲತಃ ಒಂದೇ ಕಣದಿಂದ ಏರ್ಪಡಬೇಕೆಂಬುದನ್ನು ನಾವು ಸುಲಭವಾಗಿ ತರ್ಕಿಸಬಹುದಷ್ಟೆ. ಅಂದರೆ ಜಲಜನಕ, ಪ್ಲೇಟಿನಮ್, ವಿಷಪದಾರ್ಥವಾದ ಕ್ಲೋರಿನ್, ಆಮ್ಲಜನಕ ಮೊದಲಾದುವೆಲ್ಲವೂ ಒಂದೇ ತರದ ಮೂಲ ಕಣಗಳಿಂದ ಏರ್ಪಟ್ಟಿರಬೇಕು. ಆದರೇನು ? ಇವೆಲ್ಲವೂ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ರಚನೆಯವುಗಳು ಎಂದ ಬಳಿಕ, ಅಣುಗಳಂತೆಯೇ ಪರಮಾಣುಗಳು ತಾವೂ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಕ್ಷುದ್ರತರ ಕಣಗಳಿಂದೇರ್ಪಟ್ಟಿರ ಬೇಕು ಎನ್ನುವುದೂ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ಅನುಮಾನದ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ಪರಮಾಣುವಿನ ಆಂತರಿಕ ಶೋಧಗಳ ನೂತನ ಯುಗವೊಂದು ಆರಂಭವಾಯಿತು.

ಸರ್ ಜೆ. ಜೆ. ಥಾಮ್ಸನ್ ಪರಮಾಣುವಿನ ಕ್ಷುದ್ರಕಣವೆನಿಸಿದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನನ್ನು ಶೋಧಿಸಿದನು. ಮೇರಿ ಕ್ಯೂರಿ ಮತ್ತು ಪಿಯರಿಕ್ಯೂರಿ ದಂಪತಿಗಳು ಭಾರವಾದ ಬೀಜಗಳ ರೇಡಿಯೋಆಕ್ಟಿವಿಟಿ ಚಟುವಟಿಕೆ

ಯನ್ನು ಗುರುತಿಸಿದರು. ಇಷ್ಟರಲ್ಲಿ ಸರ್ ಅರ್ನೆಸ್ಟ್ ರುಥರ್‌ಫೋರ್ಡ್ ನ್ಯೂಟ್ರಾನನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಮುಂದೆ, ಡಾಕ್ಟರ್ ನ್ಹೀಲ್ಸ್‌ಬ್ರೋರ್ ಪರಮಾಣುವಿನ ರಚನೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸಿದನು. ಇವನ ನಂತರ ಅನೇಕರು ಇತರ ಸಾಕ್ಷ್ಯಗಳನ್ನೂ, ವಿವರಗಳನ್ನೂ ಒದಗಿಸಿದರು. ಈ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಶ್ರಮಿಸಿದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಅನೇಕರಿರುವರು. ಇವರಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಮ್ಯಾಕ್ಸ್‌ಪ್ಲೇಂಕ್, ಎನ್ರಿಕೋ ಫರ್ಮಿ ಮತ್ತು ಆಲ್ಬರ್ಟ್ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಇವರು ಖ್ಯಾತನಾಮರಾಗಿದ್ದಾರೆ.

ಕ್ರಿ. ಶ. 1896ರಲ್ಲಿ ತಾನೇ ಪರಮಾಣುಯುಗದ ಆರಂಭ. ಆ ವರ್ಷ ಎಂಟೋನಿ ಹೆನ್ರಿಬೆಕರಲ್ ಎಂಬ ಫ್ರೆಂಚ್ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಕೆಲವು ಫೋಟೋಗ್ರಾಫಿಕ್ ಫಲಕಗಳನ್ನು ಒಂದು ಭದ್ರವಾದ, ಪೂರ್ತಿ ಮುಚ್ಚಲ್ಪಟ್ಟ ಬೀರುವಿನಲ್ಲಿಟ್ಟಿದ್ದನು. ಅಲ್ಲಿಗೆ ಹೊರಗಿನಿಂದ ಯಾವ ತರದ ಬೆಳಕೂ ಬರುವಂತಿದ್ದಿಲ್ಲ. ಆದರೂ, ಇದ್ದಲ್ಲೇ ಈ ಫಲಕಗಳು ಬೆಳಕಿನಿಂದಲೆಂಬಂತೆ ಪರಿಣತವಾಗಿದ್ದುದು ಕಂಡುಬಂತು. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೇನು? ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ ಆ ಬೀರುವಿನ ಮೂಲೆಯಲ್ಲಿ ಯುರೇನಿಯಮ್‌ನ ಅದುರು ಪಿಚ್ ಬ್ಲೆಂಡ್ (pitch blende) ಇದ್ದುದು ಕಂಡುಬಂತು. ಇದರಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವ ಕಿರಣಗಳಿಂದಲೇ ಫಲಕವು ಪರಿಣತವಾಗಿದ್ದಿರಬೇಕು ಎಂದು ಬೆಕರಲ್ ತೀರ್ಮಾನಿಸಿದನು. ಎರಡು ವರ್ಷಗಳ ನಂತರ, ಮೇಡಮ್ ಕ್ಯೂರಿ ಎಂದು ಮುಂದೆ ಖ್ಯಾತನಾಮಳಾಗಲಿದ್ದ, ಮೇರಿ ಸ್ಕೊಡೋಸ್ಕಾಳು ಈ ಕಾರ್ಯವು ಪಿಚ್ ಬ್ಲೆಂಡ್‌ನಲ್ಲಿದ್ದ ಒಂದು ವಿಶಿಷ್ಟ ಧಾತುವಿನಿಂದಲೇ ಜರಗುತ್ತದೆ. ಇದು ತಾನು ತನ್ನ ಗರ್ಭದಿಂದ ವಿವಿಧ ವಿಕೀರ್ಣ (Radiation)ಗಳನ್ನೂ ಕಕ್ಕುತ್ತಲಿದೆ ಎಂದೂ ಸಾರಿದಳು. ಹೀಗೆ ಪರಮಾಣು ಗರ್ಭದಲ್ಲಿ ಹಲವು ಕಣ ಮತ್ತು ವಿಕೀರ್ಣಗಳಿಗೆ ತಕ್ಕಷ್ಟು ಆಶ್ರಯವೂ ಇದೆ, ಇವನ್ನು ಬಂಧಿಸಿ ಹಿಡಿಯುವ, ಅಂತೆಯೇ ಇವನ್ನು ಹೊರ ದಬ್ಬುವ ಶಕ್ತಿಯೂ ಹುದುಗಿವೆ ಎಂದಾಯಿತು. ಮುಂದೆ, ಕೆಲವೇ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಇವಳು ರೇಡಿಯಂ (Radium) ಧಾತುವನ್ನೂ ಕಂಡುಹಿಡಿದಳು. ಈ ಧಾತುವಾದರೋ, ಇಂಥ ಸ್ವಯಂಪ್ರಭಾಚಟುವಟಿಕೆ (Radioactivity) ಯನ್ನು ತೋರುವ ಧಾತುಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಅತಿ ಚುರುಕಾದುದು. ಇಂಥ ರೇಡಿಯೋಆಕ್ಟಿವ್ ಧಾತುಗಳ ಪರಿಶೀಲನೆಯಿಂದ ಸಮಗ್ರ ಧಾತುಗಳ ಒಳ ರಚನೆಯ ವಿಚಾರವೂ ತಿಳಿದು ಬರಹತ್ತಿತು.

ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿಯಾಗಲಿ, ಇತರ ಧಾತುಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳೊಡನೆಯೇ ಆಗಲಿ ಬೆರೆತು ಇರಬಲ್ಲ ಪದಾರ್ಥದ ಅತಿಸೂಕ್ಷ್ಮಕಣವೇ ಧಾತುವಿನ ಪರಮಾಣು. ಒಂದು ಚಿಕ್ಕ ಲೋಟೆಯಲ್ಲಿನ ನೀರಿನ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯೋ ನಮ್ಮ ಸಾಗರಗಳಲ್ಲಿನ ನೀರಿನ ಹುಂಡುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಎಂದರೆ, ಪರಮಾಣುವು ಎಷ್ಟು ಚಿಕ್ಕದು ಎಂದು ಭಾಸವಾಗದಿರದು. ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಒಂದರ ಮೇಲೊಂದರಂತೆ ರಾಶಿ ಹಾಕುತ್ತ ಬಂದರೂ ಮಿಲಿಯಗಟ್ಟಲೆ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಕೂಡಿದರೂ ಅವು ಈ ಹಾಳೆಯಷ್ಟು ಎತ್ತರ (ದಪ್ಪ)ವನ್ನೂ ಮುಟ್ಟಲಾರವು. ಒಂದು ಪರಮಾಣುವಿನ ಗಾತ್ರವು 1.56×10^{-25} ಘನ ಇಂಚು. ಎಂದರೆ, 6,000,000,000,000,000,000,000,000 ಪರಮಾಣುಗಳ ಗಾತ್ರವು ಸುಮಾರು ಒಂದು ಘನ ಇಂಚು. ಇಷ್ಟು ಚಿಕ್ಕ ವಸ್ತುವಿನ ಕಲ್ಪನೆಯು ನಮಗೆ ಬರುವದು ಕಷ್ಟ. ಆದರೆ ಇನ್ನೂ ವಿಚಿತ್ರವೆಂದರೆ, ಇಂಥ ಚಿಕ್ಕ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲೂ ಕೂಡ ಶೂನ್ಯ ಭಾಗವೇ ಹೆಚ್ಚು. ಇದರ ಎಲ್ಲಾ ಭಾರವು ಕೇಂದ್ರಭಾಗದಲ್ಲಿ ಸಂಚಿತವಾಗಿದ್ದು ಉಳಿದುದೆಲ್ಲವೂ ಶೂನ್ಯಾಕಾಶವೇ (empty space). ಈ ಕೇಂದ್ರಭಾಗವು ಇಡೀ ಪರಮಾಣುವಿನ ಗಾತ್ರದ 10^{-12}ರಷ್ಟು (.000000000001) ಇದೆ. ಅಂದರೆ, ಪರಮಾಣುವಿನ ಕೇಂದ್ರಭಾಗವು ಬೀಜವು (nucleus) ಇಷ್ಟು ಸಾಂದ್ರವಾಗಿದೆ. ಪರಮಾಣುಗಳೆಲ್ಲವೂ ಹೆಚ್ಚಿನಂಶ ಶೂನ್ಯವೇ ಎಂಬುದು ಸ್ವಾರಸ್ಯವಿದ್ದಷ್ಟೆ ಉಪಯುಕ್ತವೂ ಇದೆ. ಹೆಚ್ಚಿನದೆಲ್ಲವೂ ಶೂನ್ಯವಲ್ಲದೆ ಇಂಥ ಸಾಂದ್ರಪದಾರ್ಥದಿಂದಲೇ ಕೂಡಿದ್ದರೆ, ಕೇವಲ ಒಂದು ಕಾಫಿಯ ಕಪ್ಪಿನಲ್ಲಿ ಟನ್‌ಗಟ್ಟಳೆ ಪದಾರ್ಥವನ್ನು ತುಂಬಬಹುದಿತ್ತು. ಕನಿಷ್ಟಪಕ್ಷ, ಒಂದು ಗ್ಲಾಸ್ ನೀರಿನ ತೂಕ ಎರಡು ಟನ್

ಆದರೂ ಇರುತ್ತಲಿತ್ತು; ಸಾಮಾನ್ಯ ಮನುಷ್ಯನೊಬ್ಬನ ತೂಕವೂ ಸುಮಾರು $\frac{1}{2}$ ಡಜನ್ ರೈಲು ಇಂಜಿನುಗಳಷ್ಟು ಇರುತ್ತಿತ್ತು.

ಸೂಕ್ಷ್ಮತಮವೆನಿಸಿದ ಬೀಜದಲ್ಲಾದರೋ ಅನೇಕ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು, ಅವಸ್ಥಾಂತರಗಳು ಅವಿರತವಾಗಿ ಜರಗುತ್ತಲೇ ಇವೆ. ಇದಕ್ಕಿಂತಲೂ ವಿಶೇಷವಾಗಿ, ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಇದುವರೆಗೆ ಪೂರ್ತಿ ವಿವರಗಳು ತಿಳಿಯದಿರುವ ಅನೇಕ ಕ್ಷುದ್ರತರ ಕಣಗಳಿವೆ. ಈ ಕಣಗಳೆಲ್ಲಾ ಮುಖ್ಯವಾದುದು ಧನವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಪಡೆದಿರುವ ಪ್ರೋಟಾನ್ ಕಣ; ಅನಂತರ–ವಿದ್ಯುತ್ತಟಸ್ಥವಾದ– ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಕಣ. ಇವೆರಡರಿಂದಲೇ ಪರಮಾಣುವಿನ ತೂಕವುಂಟಾಗಿದೆ ಎಂದರೂ ಉತ್ಪ್ರೇಕ್ಷೆ ಇಲ್ಲ. ಚುಟುಕಿನಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಪ್ರೋಟಾನ್ ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಸಾಕಷ್ಟು ತೂಕವುಳ್ಳ ಕಣಗಳು. ಪರಮಾಣು ಬೀಜದ ಹೊರಗೆಲ್ಲಾ ಶೂನ್ಯ ಜಾಗವಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಇಲ್ಲಿ, ಅಲ್ಲಿ ಋಣ ವಿದ್ಯುತ್ಕಣಗಳು ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತಲೂ ತಿರುಗುತ್ತಲಿರುವ ಗ್ರಹಗಳಂತೆ ವೇಗವಾಗಿ ಸಾಗುತ್ತಲಿವೆ. ಇವುಗಳ ಭ್ರಮಣೆಯ ವೃತ್ತವಾದರೋ ಎಷ್ಟು ಚಿಕ್ಕದೇದರೆ, ಈ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು 1 ಸೆಕುಂಡಿಗೆ ಸುಮಾರು 10^{16} ಅಂದರೆ 10,000,000,000,000,000 ಬಾರಿ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಬರುತ್ತವೆ. ಇಷ್ಟು ವೇಗವಾಗಿ ಇವು ಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಬರುತ್ತಲಿರುವ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ಇವು ಧನ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಪಡೆದ ಪರಮಾಣುಬೀಜಕ್ಕೆ ಬಂದೆರಗುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಅಪರಿಮಿತ ವೇಗದ ಕಾರಣದಿಂದ ಇವು ಒಂದೇ ಎಡೆಯಲ್ಲಿ, ಅಥವಾ ಸರ್ವತ್ರವೂ ಇದ್ದಂತೆಯೇ, ಭಾಸವಾಗುತ್ತಲಿದ್ದು ಏಕ ಕಾಲದಲ್ಲೇ ಇವುಗಳ ಪಥಗಳನ್ನು ವಲಯ (shell = ಚಿಪ್ಪುಸದೃಶವಾದುದು)ಗಳೆನ್ನಬಹುದು.

ಪರಮಾಣುಬೀಜದಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯೇ ಆದರ ಆಂತರಿಕ ರಚನೆಯನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ, ಇಂಥ ಕಣಗಳ – ಪ್ರೋಟಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ, ಅವುಗಳ ಹಂಚಿಕೆ ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾದ ಸ್ಥಿತಿಗಳೇ ಪರಮಾಣುವಿನ ರಚನೆಯನ್ನು ನಿಶ್ಚಯಿಸುವ ಅಂಶಗಳೇ, ವಿನಾ ಇನ್ನಾವುದೂ ಅಲ್ಲ, ಎಂಬುದನ್ನು ಮರೆಯಬಾರದು. ಮನುಷ್ಯನ ಗುರುತಿನ ಬಗ್ಗೆ ಆತನ ಹೆಬ್ಬೆರಳಿನ ಗುರುತನ್ನು, ಅಚ್ಚನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ಗುರುತಿಸುವಂತೆಯೇ, ಪರಮಾಣುವನ್ನು ಅದರ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯಿಂದಲೇ ನಿರ್ಣಯಿಸುತ್ತಾರೆ. ಈ ಸಂಖ್ಯೆಯೇ ಆ ಪರಮಾಣು ಬೀಜದಲ್ಲಿರುವ ಧನವಿದ್ಯುದಂಶಗಳ (positive charges) ಸಂಖ್ಯೆ. ಇದನ್ನು ಪರಮಾಣ್ವಂಕ (atomic number) ವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಪ್ರತಿ ಧಾತುವಿಗೂ ತನಗೆ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಪರಮಾಣ್ವಂಕವಿದೆ. ಅಂದರೆ ಪ್ರತಿ ಧಾತುವಿನಲ್ಲಿ, ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಧನವಿದ್ಯುದಂಶವುಳ್ಳ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳಿವೆ. (ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ನಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿ ಒಂದರ ಒಂದು ಋಣ ವಿದ್ಯುದಂಶ (charge) ಇದ್ದರೆ, ಪ್ರತಿ ಪ್ರೋಟಾನಿನಲ್ಲಿ 1 ಧನವಿದ್ಯುದಂಶವಿರುತ್ತದೆ). ಜಲಜನಕದಲ್ಲಿ–ಧಾತುಬೀಜದಲ್ಲಿ 1 ಪ್ರೋಟಾನು ಇದೆ; ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣ್ವಂಕವು 1. ಪೊಟೇಶಿಯಂನ ಪರಮಾಣ್ವಂಕವು 19; ಇದರ ಧಾತುವಿನಲ್ಲಿ ಬೀಜದಲ್ಲಿ 19 ಪ್ರೋಟಾನುಗಳಿವೆ. ಎಲ್ಲ ಧಾತುಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಭಾರವಾದ ಯುರೇನಿಯಂ ಬೀಜದಲ್ಲಿ 92 ಪ್ರೋಟಾನುಗಳಿವೆ ಮತ್ತು ಅದರ ಪರಮಾಣ್ವಂಕವು 92 ಆಗಿದೆ.

ವಿದ್ಯುತ್ತಟಸ್ಥವಾದ ಧಾತುಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಸುತ್ತುವರಿಯುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಷ್ಟೇ ಇದ್ದು ಬೀಜಗಳು ವಿದ್ಯುತ್ತಟಸ್ಥವಾಗಿವೆ. ಧಾತುವು 1 ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನನ್ನು ಪಡೆದರೆ ಆಗ ಋಣಾತ್ಮಕವಾಗುತ್ತದೆ. 1 ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡರೆ, ಧನಾತ್ಮಕವಾಗುತ್ತದೆ.

ರಾಸಾಯನಿಕ ಬದಲಾವಣೆಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಪದಾರ್ಥದ ಪರಮಾಣುಗಳು ರೂಪಾಂತರ ಹೊಂದುತ್ತವೆ. ಇಂಥ ಬದಲಾವಣೆಗಳಲ್ಲಿನ ಪರಮಾಣುಗಳ ಜೋಡಣೆಯೋ ತಾನು ಪದಗಳಲ್ಲಿನ ಅಕ್ಷರ ಜೋಡಣೆ ಮತ್ತು ಅರ್ಥ ಬದಲಾವಣೆಯ ಆಟ (anagrams) ವನ್ನೇ ಹೋಲುತ್ತದೆ.

ಉದಾ:—W + Heat = Wheat

(W ಅಕ್ಷರ + ಉಷ್ಣ = ಗೋಧಿ)

ಇವೆರಡು ಪಕ್ಕಗಳಲ್ಲೂ ಇರುವ ಅಕ್ಷರಗಳು ಒಂದೇ ಇದ್ದರೂ ಅರ್ಥಗಳು ಏನೇನೂ ಸಂಬಂಧವುಳ್ಳವುಗಳಲ್ಲ. ಇಂಥದೇ ಧಾತು ಜೋಡಣೆ ಮತ್ತು ಪರಮಾಣು ಜೋಡಣೆಯ ಆಟವನ್ನು ನಿಸರ್ಗವು ಪದಾರ್ಥ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ತೋರುತ್ತಲಿದೆ ಎಂದರೆ ತಪ್ಪಾಗಲಾರದು:

ಉದಾ:—

2 ಸೋಡಿಯಂ ಅಣು + 1 ಕ್ಲೋರಿನ್ ಅಣು = 2 ಉಪ್ಪಿನ ಅಣು.

ಉಪ್ಪಿನಲ್ಲಿ ಸೋಡಿಯಂ ಮತ್ತು ಕ್ಲೋರಿನ್ ಪರಮಾಣುಗಳು ಸೇರಿವೆ. ಆದರೆ ಉಪ್ಪಿಗೆ ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದೊಂದರ ಧರ್ಮ, ಲಕ್ಷಣಗಳೂ ಇಲ್ಲ. ಹೀಗೆಂದಮಾತ್ರಕ್ಕೆ ಸೋಡಿಯಂ ಮತ್ತು ಕ್ಲೋರಿನ್‌ಗಳು ತಂತಮ್ಮ ಗುಣ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡಿರುವುದಿಲ್ಲ; a, h ಗಳು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಅಕ್ಷರಗಳು. ಇವೆರಡನ್ನು ಒಂದು ಪದದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿದರೆ ಅವು ಹಾಗೆಯೇ ಇದ್ದರೂ, ಪದಗಳಲ್ಲಿ ಇವುಗಳ ಉಚ್ಚಾರ ಮೊದಲಾದುವುಗಳು ತುಸುವೇ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುವುವಷ್ಟೆ! ಹಾಗೆಯೇ, ಸೋಡಿಯಂ ಮತ್ತು ಕ್ಲೋರಿನ್‌ಗಳು ತಂತಮ್ಮ ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯವನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳದೆ ಹೋದರೂ, ಯೌಗಿಕದ ಲಕ್ಷಣಗಳೆಲ್ಲವೂ ಇವೆರಡರ ಲಕ್ಷಣಗಳಿಂದಲೂ ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾದವುಗಳೇ. ಹಿಂದೆ ಹೇಳಿದಂತೆ ಸೋಡಿಯಂ ಮತ್ತು ಕ್ಲೋರಿನ್‌ಗಳ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿದೆ. ಅವುಗಳ ಆಂತರಿಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳ ಮತ್ತು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲೂ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಪ್ರೋಟಾನು ಮತ್ತು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ, ಒಂದೇ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರೋಟಾನು ಮತ್ತು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು ಸಮಾನವೇ ಇರುತ್ತವೆ. ಆಯಾಯ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿನ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯಿಂದಲೇ, ಆ ಪರಮಾಣುವಿನ ಧರ್ಮ, ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ನಾವು ನಿರ್ಣಯಿಸಬಹುದು.

ಇಲ್ಲಿ ಅಚ್ಚುಹಾಕಲಾದ ವಿವಿಧ ಅಕ್ಷರಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವ ಶಾಯಿಯು ಉಪಯುಕ್ತವಾಗಿವೆ ಎಂಬುದು ಮುಖ್ಯವಲ್ಲ – ಅದು ಮೂಲವಸ್ತುವೇನೋ ನಿಜ; ಆದರೆ ವಿವಿಧ ಅಕ್ಷರಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಶಾಯಿಯು ಎಷ್ಟು ಮತ್ತು ಹೇಗೆ ವ್ಯವಸ್ಥಿತವಾಗಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಹೊಂದಿಯೇ ಆ ಅಕ್ಷರಗಳಲ್ಲಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ವ್ಯಕ್ತವಾಗುತ್ತದೆಯಷ್ಟೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ M ಮತ್ತು I ಗಳಲ್ಲಿ ಶಾಯಿಯು ಹೆಚ್ಚು ಕಮ್ಮಿ ಎಂಬಂತೆ ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ರೀತಿಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಉಪಯುಕ್ತವಾಗಿದೆ. ಈ ಒಂದೆ ಹೇಳಿದಂತೆ ಶಾಯಿಯೇನೋ ಒಂದೇ; ಆದರೆ, ಉಪಯುಕ್ತವಾದ ಶಾಯಿಯ ಪರಿಮಾಣವು ಹೆಚ್ಚು ಇಲ್ಲವೆ ಕಮ್ಮಿ; ಅಲ್ಲದೆ, ಅದನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ರೀತಿಯೂ ಪ್ರತ್ಯೇಕವೇ.

ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಪ್ರತಿಯೊಂದರಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟಾನ್, ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಎಷ್ಟು ಇವೆ ಮತ್ತು ಹೇಗೆ ಎಂಬುದೇ ಮುಖ್ಯ ವಿಚಾರ. ಈ ಕಣವಿಶೇಷಗಳಲ್ಲಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಪರಿಮಾಣವೂ ಮುಖ್ಯವಲ್ಲ. ಪ್ರತಿ ಧಾತುವಿನಲ್ಲಿಯೂ ಈ ಕಣಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದರಲ್ಲಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನಂಶವು ಒಂದೇ ಇದ್ದರೂ, ಒಟ್ಟು ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಅಂತರವಿದ್ದೇ ಇರುತ್ತದೆ.

ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ವಿಚಾರವೇನು? ಇವು ಪರಮಾಣುವಿನ ಕೇಂದ್ರಭಾಗದಲ್ಲಿನ ತೂಕಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗುವ ಕಣಗಳು. ಅಲ್ಲದೆ ಮೆಸಾನು (Meson) ಎಂಬ ರಹಸ್ಯಪೂರ್ಣ (Mysterious) ಕಣಕೊಡನೆ ಸೇರಿ ಇವು ಪರಮಾಣುಬೀಜವು ಸ್ಫೋಟಗೊಳ್ಳದಂತೆ, ಸಿಡಿದುಹೋಗದಂತೆ, ಬಂಧಿಸುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನೊದಗಿಸುವ ಕಣಗಳು. ಈ ವಿಚಾರವನ್ನು ತುಸು ವಿವರಿಸುವ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ವೈದ್ಯುತಂಶಗಳ ನಡುವಣ ನಿರಸನ ಬಲಗಳ – ಆಕರ್ಷಣ ಬಲಗಳ – ಸೂತ್ರಗಳು ಜ್ಞಾಪಕಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತವೆ. ಸದೃಶ

ವೈದ್ಯುತ ಕಣಗಳ ನಡುವೆ ಅಪಕರ್ಷಣೆಯೂ, ಅಸದೃಶ ಕಣಗಳ ನಡುವೆ ಆಕರ್ಷಣೆಯೂ ಇದ್ದು ಈ ಬಲಗಳು ಕಣಗಳ ನಡುವಣ ಅಂತರದ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ವಿಲೋಮಾನುಪಾತದಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಪರಮಾಣು ಬೀಜದಲ್ಲಿ ಧನವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಪಡೆದಿರುವ ಪ್ರೊಟಾನುಗಳು ಅನೇಕ ಇದ್ದು ಇವುಗಳ ನಡುವೆ ಅವಶ್ಯಕ ವಾಗಿಯೂ ತೋರುವ ನಿರಸನ (repulsion) ದ ಬಲಗಳು ಬೀಜವು ಸಿಡಿಯಲು ಕಾರಣವಾಗ ಬಹುದು; ಕಾರಣ, ಪರಮಾಣುವಿನ ಒಟ್ಟು ಪರಿಮಾಣದ $\frac{1}{1 \text{ ಮಿಲಿಯ ಮಿಲಿಯದಷ್ಟು}}$ ಭಾಗದಲ್ಲೋ ಈ ಧನಾತ್ಮಕ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಪಡೆದ ಪ್ರೊಟಾನುಗಳು ಕಲೆತಿರುವುವು. ಆದರೆ ಪ್ರೊಟಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಯನ್ನು ಮಿಕ್ಕಿದ ಸಂಖ್ಯೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳದ್ದಾದರೆ, ಬೀಜದಲ್ಲಿ ತಕ್ಕಷ್ಟುಸಮತೋಲ ಲಭಿಸುತ್ತದೆ. ಯುರೇನಿಯಂ ಗರ್ಭದಲ್ಲಿ 238 ಕಣಗಳಿವೆ; ಇವುಗಳಲ್ಲಿ 92 ಪ್ರೊಟಾನುಗಳುಉಳಿದ 146 ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಗಳು. ಈ ಪರಮಾಣುವಿನ ಅಂಶವು 92 ಮತ್ತು ತೂಕವು 238 ಇದ್ದು ಅದನ್ನು ಸಾಂಕೇತಿಕವಾಗಿ $_{92}U^{238}$ ಎಂಬುದರಿಂದ ಸೂಚಿಸುತ್ತೇವೆ.

ಪರಮಾಣುಬೀಜದಲ್ಲಿನ ಒಟ್ಟು ಕಣಗಳ ತೂಕದಿಂದಲೇ ಪರಮಾಣುತೂಕ ಸಿಗುತ್ತದೆ. ಅದನ್ನು ಸ್ಥಿರವೆಂದೇ ಬಗೆಯಲಾಗದು. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಪ್ಲೇಟಿನಂ ಧಾತುವನ್ನು $_{78}\text{Platinum}^{195}$ ಎಂದು ಬರೆಯುತ್ತೇವೆ; ಅಂದರೆ, ಇದರಲ್ಲಿ 78 ಪ್ರೊಟಾನುಗಳೂ 117 ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿವೆ. ಆದರೆ, ಇದೇ ರಾಸಾಯನಿಕ ಧರ್ಮವುಳ್ಳ ಪ್ಲೇಟಿನಂನ ಇತರ ರೂಪಗಳಲ್ಲಿ 78 ಪ್ರೊಟಾನುಗಳು ಇದ್ದರೂ 108 ಇಲ್ಲವೆ 112 ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿರಬಹುದು. ಇವುಗಳನ್ನು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ $_{78}Pt^{186}$ $_{78}Pt^{190}$ ಎಂಬುದಾಗಿ ಬರೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತೇವೆ. ಈ ವಿವಿಧ ರೂಪಗಳನ್ನು ಪ್ಲೇಟಿನಂನ ಐಸೊಟೋಪು ಗಳು (ಸಮಸ್ಥಾನೀಯಗಳು, Isotopes) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಒಂದೇ ಧಾತುವಿನ ವಿವಿಧ ಐಸೋಟೋಪು ಗಳಲ್ಲಿ ತೂಕಗಳಲ್ಲಷ್ಟೇ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಕಾಣಿಸುವುದೇ ವಿನಾ, ರಾಸಾಯನಿಕ ಲಕ್ಷಣಗಳಲ್ಲಲ್ಲ.

ಪರಮಾಣುಬೀಜದ ಸುತ್ತಲೂ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ವೇಗವಾಗಿ ಸುತ್ತುತ್ತಲಿವೆಯಷ್ಟೆ. ಎಲ್ಲಾ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಒಂದೇ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುವಂಥವುಗಳಲ್ಲ. ಬೀಜದ ರಚನೆಯು ಗಹನತರವಾದಂತೆ, ಸಂಕೀರ್ಣಗೊಂಡಂತೆ (Complicated), ಕಕ್ಷೆಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಕಕ್ಷೆಗಳ ಹೆಚ್ಚಳ ಮತ್ತು ಈ ಹೆಚ್ಚಳಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿಯೇ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಹೆಚ್ಚಳ ಮತ್ತು ಒಟ್ಟು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಇವುಗಳ ವಿವರಗಳನ್ನು ಈ ಕೆಳಗಿನ ಕೋಷ್ಟಕದಲ್ಲಿ ಗಮನಿಸಿರಿ. ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಕನಿಷ್ಟ ತೂಕವುಳ್ಳ ಜಲಜನಕ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಕಣಗಳೇ ಇಲ್ಲ. ಇದರ ಗರ್ಭದಲ್ಲಿ 1 ಪ್ರೊಟಾನು ಇದ್ದು, ಈ ಬೀಜದ ಸುತ್ತಲೂ ಒಂದೇ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಸುತ್ತು ಬರುತ್ತಲಿದೆ. ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಾದರೋ ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುತೂಕವು ಕೇವಲ ಶೂನ್ಯವೇ ಎಂದರೂ ತಪ್ಪಿಲ್ಲ. ಅಂತೂ ಇದರಲ್ಲಿನ ತೂಕವೂ, ಭಾರವೂ ಕನಿಷ್ಟವೇ. ಅನಂತರದ ಧಾತುವೇ ಹೀಲಿಯಂ. ಇದರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ 2 ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಭ್ರಮಿಸುತ್ತಲಿದ್ದು, ಬೀಜದಲ್ಲಿ 2 ಪ್ರೊಟಾನುಗಳೂ 2 ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳೂ ಇವೆ.

ಅನಂತರದ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ಬೀಜದಲ್ಲಿ 1 ಪ್ರೊಟಾನು ಸೇರಿಕೊಂಡಂತೆ, ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ 1 ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ; ಆದರೆ, ಇದರ ಕಕ್ಷೆಯು ಮೊದಲನೆಯದಲ್ಲ; ಹೊರ 2ನೆ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಈ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನನ್ನು ನಾವು ಗುರುತಿಸಬಹುದು. ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಅತ್ಯಂತ ಹಗುರವೆನಿಸಿದ ಲಿಥಿಯಮ್ ಇಂಥ ಮೂರನೇ ಧಾತು. ಇದರ ಬೀಜದಲ್ಲಿ 3 ಪ್ರೊಟಾನುಗಳು, 4 ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಇದ್ದು ಮೊದಲ ಕಕ್ಷೆ ಯಲ್ಲಿ 2 ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳೂ, ಎರಡನೆ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ 1 ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನೂ ಇವೆ. ಇದಿಷ್ಟು ಲಿಥಿಯಮ್‌ನ —$_{3}Li^{7}$ ರ—ಚಿತ್ರ.

ಪರಮಾಣು ಬೀಜದ ಸುತ್ತಲೂ ಇರುವ ಈ ಸ್ಥೂಲ ವರ್ತುಲಕಕ್ಷೆ-ವಲಯಗಳೇ (Shells)–ಗಳೇ ಅತ್ಯಂತ ಕುತೂಹಲ ಮತ್ತು ಸ್ವಾರಸ್ಯಮಯಗಳಾಗಿವೆ. ಎರಡನೇ ಕಕ್ಷೆ ತುಂಬಬೇಕಾದರೆ ಅದರಲ್ಲಿ 8 ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿರಬೇಕು. ನಿಯೋನ್ ಅನಿಲದಲ್ಲಿ ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಕಾಣುತ್ತೇವೆ. ಅನಂತರ ಮೂರನೆ ಕಕ್ಷೆಯನ್ನು ತುಂಬಲು ಮತ್ತೂ 8ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಅವಶ್ಯವಿದ್ದು ಆರ್ಗಾನ್‌ನಲ್ಲಿ(2+8+8) ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ 1, 2, 3ನೇಯ ಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಣುತ್ತೇವೆ. ಪುನಃ 4ನೆಯ ಕಕ್ಷೆಯು, ಆರಂಭವಾಗಿ ಇದು ತುಂಬಲು ಮತ್ತು 18 ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಹೆಚ್ಚಿದ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಕ್ರಿಪ್ಟಾನು ಅನಂತರ 54 ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಪಡೆದ ಕ್ಸೆನೋನ್ 5 ಕಕ್ಷೆಗಳಿಂದಲೂ, ಪುನಃ 86 ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಪಡೆದ ರೇಡಾನ್ ಧಾತು 6 ವರ್ತುಲ ಕಕ್ಷೆಗಳನ್ನೂ ತುಂಬಿಕೊಳ್ಳುವುವು.

1ನೇ ಕಕ್ಷೆ	— 2×1^2	ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು	= 2,	ಹೀಲಿಯಮ್,	ಅಂಕ	= 2
2ನೇ ಕಕ್ಷೆ	— 2×2^2	ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು	= 8,	ನಿಯೋನ್	ಅಂಕ	= 10
3ನೇ ಕಕ್ಷೆ	— 2×2^2	ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು	= 8,	ಆರ್ಗಾನ್	ಅಂಕ	= 18
4ನೇ ಕಕ್ಷೆ	— 2×3^2	ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು	= 18,	ಕ್ರಿಪ್ಟಾನು	ಅಂಕ	= 36
5ನೇ ಕಕ್ಷೆ	— 2×3^2	ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು	= 18,	ಕ್ಸೆನಾನ್	ಅಂಕ	= 54
6ನೇ ಕಕ್ಷೆ	— 2×4^2	ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು	= 32,	ರೇಡಾನ್	ಅಂಕ	= 86

ಹೀಗೆ ಪರಮಾಣು ಗುರುತರವಾದಂತೆ, ಅದರ ಕಕ್ಷೆಗಳು ಹೆಚ್ಚುತ್ತಲೂ, ಪರಮಾಣು ರಚನೆಯು ಮತ್ತೂ ಮತ್ತೂ ಗಹನವಾಗುತ್ತಲೇ ಹೋಗುವುದು. ಬರಬರುತ್ತಾ ಪರಮಾಣುಗಳು 'ಭಾರ' ವಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುವುವು. ಇನ್ನೊಂದು ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಪರಿಶೀಲಿಸಿದಾಗ, ಇವು ತಂತಮ್ಮ ಭಾರದಿಂದಲೇ ಕುಸಿಯುವವೋ ಎನ್ನುವಂತೆ, ತಂತಮ್ಮ ಬೀಜಗಳಿಂದ ಕೆಲವು ವಿದ್ಯುತ್ಕಣಗಳನ್ನು ಹೊರಕ್ಕೆ ಕಕ್ಕುವುವು. ಇವೇ ರೇಡಿಯೋಆಕ್ಟಿವ್ ಧಾತುಗಳು. ಇಂಥ ಧಾತುಗಳನ್ನು ನಾವು ಜ್ವಾಲಾಮುಖಿಗಳೊಂದಿಗೆ ಹೋಲಿಸಬಹುದು. ಭಾರತಮ ಮತ್ತು ಅಸ್ಥಿರವೆನಿಸಿದ ಧಾತುಗಳಿಂದ ಆಲ್ಫಾಕಣ (ಹೀಲಿಯಂ ಬೀಜ) ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಪ್ರವಾಹ (ಬೀಟಾಕಣ) ಮತ್ತು ಗಾಮಾವಿಕೀರ್ಣಗಳು ಹೊರ ಹೊಮ್ಮುತ್ತಲಿರುವುವು.

ಬೀಜದಿಂದ ಬಹಳ ಹೊರಗಿರುವ, ಅತ್ಯಂತ ಹೊರಗಿನ ಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿರುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು, ಒಳ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳಷ್ಟು ಬಲವಾಗಿ ಕೇಂದ್ರದತ್ತ ಎಳೆಯಲ್ಪಡಲಾರವು. ಅಂದರೆ, ಒಳಕಕ್ಷೆಗಳ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಅಲ್ಲಿಂದ ದೂರ ದಬ್ಬಲು ಹೆಚ್ಚಿನ ಬಲವು ಅಗತ್ಯವೇ. ಹೊರ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳಾದರೋ ಒಂದರಿಂದ ಇನ್ನೂರು ಬೀಜದ ಹಿಡಿತಕ್ಕೆ ಇಲ್ಲವೇ ಬೀಜದ ಬಲವನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಿಯೋ ಹೊರಗೆ, ಧಾವಿಸಬಲ್ಲುವು. ರಾಸಾಯನಿಕಬದಲಾವಣೆಗಳಲ್ಲಿ ಇಂಥ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ನೆಗೆತ ಮತ್ತು ಪುನರ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನೇ ಕಾಣುತ್ತೇವೆ. $_{11}$ಸೋಡಿಯಂ^{23}ಮತ್ತು$_{17}$ಕ್ಲೋರಿನ್^{35}ಗಳಲ್ಲಿ ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ (2+8+1) ಮತ್ತು (2+8+7) ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳಿದ್ದು, ಇವು ಒಟ್ಟಾಗಿ ಸಂಯೋಗಗೊಳ್ಳುವಾಗ ಸೋಡಿಯಂನ ಹೊರಕಕ್ಷೆಯ 1ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಕ್ಲೋರಿನ್‌ನ ಮೂರನೆ ಕಕ್ಷೆಗೆ ಹಾರಿ, ಸೇರಿಕೊಂಡು ಬಿಡುತ್ತದೆ.

ನಿಸರ್ಗದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುತ್ತಲಿರುವ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಾರ್ಯಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ '8ನ್ನು ಪೂರ್ತಿಗೊಳಿಸುವ Complete the 8) ವಿಚಿತ್ರ ಆಟವೊಂದನ್ನು ನಾವು ಕಾಣಬಹುದು. ತಂತಮ್ಮ ಕಕ್ಷೆಗಳೆಲ್ಲವೂ ತುಂಬಿರುವ (ಸಂತೃಪ್ತವಾಗಿರುವ, saturated) ಧಾತುಗಳನ್ನು 'ಜಡ' inert) ಧಾತುಗಳೆನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಇವು ಇತರ ಧಾತುಗಳೊಡನೆ ಸಂಯೋಗ ಹೊಂದುವುದಿಲ್ಲ. ಮೇಲಿನ ಕೋಷ್ಟಕದಲ್ಲಿ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿರುವ ಹೀಲಿಯಂ, ನಿಯೋನ್, ಆರ್ಗಾನ್, ಕ್ರಿಪ್ಟಾನ್ ಕ್ಸೆನಾನ್ ಮತ್ತು ರೇಡಾನ್ ಇವೆಲ್ಲವೂ ಹೊರ ಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಧ್ಯವಿದ್ದಷ್ಟು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಪಡೆದಿದ್ದು, ಇನ್ಯಾವ ಧಾತುವಿನಿಂದಲೂ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನು

ಳನ್ನು ಪಡೆಯುವುದಿಲ್ಲ. ಇವು ರಾಸಾಯನಿಕವಾಗಿ ಇತರ ಧಾತುಗಳೊಡನೆ ಬೆರೆಯುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಆಮ್ಲಜನಕ ಧಾತುವಿನ $8O^{16}$ ರಚನೆಯನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ. ಇದರಲ್ಲಿ ಒಂದನೆಯ ಮತ್ತು ಎರಡನೆಯ ಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ 2 ಮತ್ತು 6 ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿದ್ದು ಇನ್ನೆರಡು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಹೊರಕಕ್ಷೆಯನ್ನು ತುಂಬಬಹುದು. ಹೀಗೆಂದಬಳಿಕ ಇದರ ಹತ್ತಿರ ಎರಡು ಹೈಡ್ರೋಜನ್–ಜಲಜನಕ–ಪರಮಾಣುಗಳು ಬಂದರೆ, ಅವುಗಳಲ್ಲಿನ ಎರಡು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಆಮ್ಲಜನಕದ ಹೊರ ಕಕ್ಷೆಯನ್ನು ತುಂಬುವಂತಿದ್ದು, ಈ ಎರಡು ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳು ಒಂದು ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುವಿನೊಡನೆ ಸಂಯೋಗ ಹೊಂದಿ ನೀರಿನ ಒಂದು ಅಣು ರಚನೆಗೊಳ್ಳುವುದು. ಉಪ್ಪಿನ ಅಣುವಿನ ರಚನೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಹೀಗೆಯೇ ಕಕ್ಷೆ ಪೂರ್ತಿಗೊಳ್ಳುವಂಥದು: ಸೋಡಿಯಂನಲ್ಲಿ ಹೊರ ಕಕ್ಷೆಯ ಒಂದು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಕ್ಲೋರಿನ್ನಿನ ಹೊರ ಕಕ್ಷೆಯನ್ನು ತುಂಬಲು ಅವಶ್ಯವಿರುವ ಒಂದು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಸ್ಥಾನವನ್ನಾಕ್ರಮಿಸುವುದು; ಉಪ್ಪಿನ ಅಣುವೊಂದು ರಚನೆಯಾಗುವುದು.

ಇಂಥ ಅನೇಕ ಇತರ ನಿದರ್ಶನಗಳನ್ನೂ ಕೊಡಬಹುದು. ಅಂತೂ ಎಲ್ಲಾ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂಯೋಗಗಳಲ್ಲೂ, ಯೌಗಿಕಗಳ ಘಟನೆಯಲ್ಲೂ, ಇಂಥ ಎಂಟನ್ನು ಪೂರ್ತಿಗೊಳಿಸುವ ಆಟವೇ ಕಂಡು ಬರುತ್ತಲಿದೆ.

ಮಿಥೇನ್ (CH_4) ಅಣುವೊಂದರಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಬನ್ (ಇಂಗಾಲ, $_6C^{12}$) ತನ್ನ ಎರಡನೆಯ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ 4 ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಪಡೆದಿದ್ದು ಮತ್ತೂ 4ನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು. ಆದುದರಿಂದ ಇಂಥ ಜಾಗಗಳನ್ನು ತುಂಬುವ 4 ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು 4 ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳು ಒದಗಿಸಬಹುದು. ಅಂತೂ ಮಿಥೇನ್ CH_4 ರಚನೆಯಾದಾಗ ಅವಶ್ಯವಿರುವ 4 ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳೇ ಒದಗಿಸುವುವು.

ಸಾರಜನಕ–ನೈಟ್ರೋಜನ್ (Nitrogen)–ನ ಹೊರ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ 5 ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿವೆ. ಮತ್ತೂ 3 ಈ ಕಕ್ಷೆಯ ಸಂತೃಪ್ತತೆಗೆ ಅವಶ್ಯವಿರುತ್ತವೆ. ಅಂದರೆ 3 ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳು ಕೂಡಿಕೊಂಡರೆ, NH_3 – ಅಮ್ಮೋನಿಯಾ ಅನಿಲದ ಅಣುರಚನೆಯಾಗುತ್ತದೆ.

ಇನ್ನು ಕಾರ್ಬನ್ ಡೈಆಕ್ಸೈಡ್ ಅಣುವಿನ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಬನ್ ಮತ್ತು ಆಕ್ಸಿಜನ್‌ಗಳ ಸಂಯೋಗದಲ್ಲಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಪ್ರತಿ ಆಕ್ಸಿಜನಿನ ಹೊರ ಕಕ್ಷೆಯನ್ನು 2 ರಂತೆ ತುಂಬುತ್ತಾ ಒಂದು ಕಾರ್ಬನ್ ಪರಮಾಣು 2 ಆಕ್ಸಿಜನಿನ ಪರಮಾಣುಗಳೊಡನೆ ಸೇರುತ್ತಲೂ ಒಂದು ಕಾರ್ಬನ್ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡ್ ಅಣುವಾಗಿ ರೂಪಾಂತರ ಹೊಂದಬಹುದು.

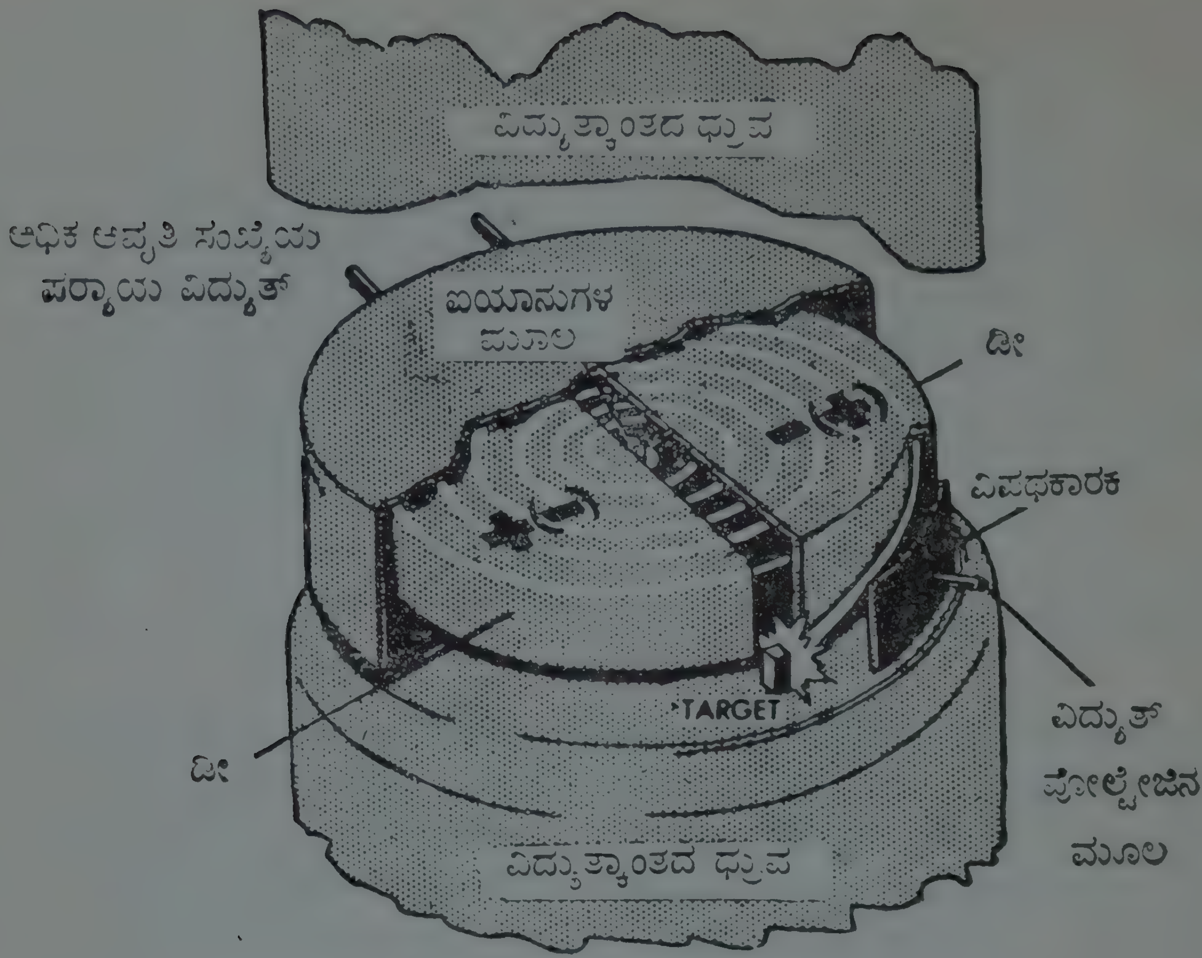
ಅಂತೂ ಈ ತನಕ ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಹೇಗೆ ಪುನರ್ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಹೊಂದುತ್ತಾ ರೂಪಾಂತರ ಹೊಂದುವುವು – ಪರಮಾಣುಗಳು ಹೊಸ ಅಣುಗಳಲ್ಲಿ ಭದ್ರವಾಗಿ ಕಲೆತುಕೊಳ್ಳುವುವು ಎಂಬುದನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿದೆವು. ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಾರ್ಯಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಪರಮಾಣುಬೀಜಗಳ ಹೊರಗಿನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಷ್ಟೇ ರೂಪಾಂತರವಾಗುವುದೇ ವಿನಾ ಒಳವ್ಯವಸ್ಥೆಯು ಏನೇನೂ ಬದಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ವಿಚಾರವನ್ನು ಮರೆಯಬಾರದು.

ಪರಮಾಣುಬೀಜದೊಳಗಿನ ಬದಲಾವಣೆಗಳಿಂದಲಾದರೂ ಪರಮಾಣು ತಾನೇ ರೂಪಾಂತರ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಪರಮಾಣುವಾದರೋ ಅತ್ಯಂತ ಚಿಕ್ಕ ಗಾತ್ರವುಳ್ಳದು; ಅಲ್ಲದೆ, ಸಾಕಷ್ಟು ದೃಢವೂ ಆಗಿದೆ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ಇದನ್ನು ನಾವು ಫಕ್ಕನೆ ಒಡೆದುಹಾಕಲಾರೆವು; ಇಲ್ಲವೆ, ಇಲ್ಲಿಂದ ಕಣಗಳನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಕೀಳಲಾರೆವು. ಅಂದರೆ, ಪರಮಾಣುವೊಂದನ್ನು ಹೆಕ್ಕಿ, ಅದನ್ನು ಒರೆಗೆ ಹಚ್ಚಿ ಯಾವ ತರದಲ್ಲೂ ಅಧಿಕ ಪೀಡನೆಗೀಡುಮಾಡಲಾರೆವು. ಈ ಮಾತೆಲ್ಲವೂ ವ್ಯರ್ಥವೇ. ಕಾರಣ, ಈಪರಮಾಣು

ಬೀಜಗಳ ಗಾತ್ರವು ಅಷ್ಟು ಅತ್ಯಲ್ಪವಾಗಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಈ ಹಿಂದೆಯೇ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿರುವೆವು. ಹಾಗಾದರೆ ಇಂಥ ಕಾರ್ಯಕ್ಕೆ ನೆರವಾಗುವ ಕಣಗಳೆಂದರೆ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಪಡೆಯದೆ ಇರುವ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಕಣಗಳು. ಇವುಗಳು ಪರಮಾಣುಬೀಜದೊಳಗೆ ವಿದ್ಯುನ್ನಿರಸನ (electric repulsion) ವಿಲ್ಲದೇನೇ ಪ್ರವೇಶ ಪಡೆಯುವುವಲ್ಲದೆ, ಅಲ್ಲಿನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಸಾಕಷ್ಟು ಆಂದೋಲನ, ಅಸ್ಥಿರತೆಗಳನ್ನುಂಟು ಮಾಡುವುವು. ಆದರೇನು? ಹೀಗೆ ಪ್ರವೇಶ ಪಡೆಯುವ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಾದರೋ ತಕ್ಕಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆದಿರಲೇಬೇಕು. ವಸ್ತುವಿನ ಚಲನೆಯ ವೇಗವನ್ನು ಹೊಂದಿಯೇ, ಅಂದರೆ, ವಸ್ತುವಿನ ಶಕ್ತಿಯು ವೇಗದ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ಅನುಲೋಮವಾಗಿಯೇ ಹೆಚ್ಚುವುದು. ಗಂಟೆ 6 ಮೈಲು ವೇಗದಿಂದ ಬೀಸುವ ಗಾಳಿಯು ಮಂದಮಾರುತ (Breeze)ವೆನಿಸಿದರೆ, ಅಷ್ಟೇ ಗಾಳಿಯು ಗಂಟೆಗೆ 150 ಮೈಲು ವೇಗದಿಂದ ಬೀಸಿದಾಗ ಬಿರುಗಾಳಿಯೆನಿಸುವುದು. ಸೀಸದ ಗುಂಡನ್ನು ಹದವಾಗಿ ಎಸೆದರೆ ಹಾನಿ ಇಲ್ಲ. ಆದರೆ ಅದೇ ಸೀಸದ ಗುಂಡನ್ನು ತುಪಾಕಿಯಿಂದ ಸೆಕುಂಡಿಗೆ 2000 ಅಡಿ ವೇಗದಿಂದ ಎಸೆದರೆ ಒಬ್ಬನನ್ನು ಕೆಡೆದು ಹಾಕಿ ಕೊಲ್ಲುವ ಶಕ್ತಿಯೂ ಆ ಚಿಕ್ಕ ಗುಂಡಿಗೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಇದು ಕೇವಲ ವೇಗದಿಂದ – ಚಲನೆಯ ಸ್ವಭಾವದಿಂದ (Kinetic) ಒದಗುವ ಶಕ್ತಿ.

ಪರಮಾಣುಭೇದನ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ, ಇಲ್ಲವೆ ಪರಮಾಣು ಸಂಘಟನೆಯ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುವ ಗುಂಡುಗಳೇ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಮತ್ತು ಪ್ರೊಟಾನುಗಳು. ಇವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಯೇ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಸೀಳಲಾಗಿದೆ. ಇಂಥ ಕಣಗಳನ್ನು ತಕ್ಕ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಕ್ಕೀಡು ಮಾಡಿ, ಅವುಗಳ ವೇಗವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಬಗ್ಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುವ ಸೈಕ್ಲೋಟ್ರಾನಿನಲ್ಲಿ ಅರ್ಧ ವರ್ತುಲಾಕಾರದ 'D' ಆಕಾರದ 'ಡೀ'ಗಳಿವೆ. ಈ 'ಡೀ' ಗಳ ಮೇಲೆ ಪ್ರತಿ ಸೆಕುಂಡಿಗೂ ಅನೇಕ ಬಾರಿ ಆವರ್ತವಾಗುವ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು (alternate) ಹಾಯಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಮೊದಲ ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ಎಡ ಮಗ್ಗುಲಿನ 'ಡಿ' ಯುಧನಾತ್ಮಕ, ಬಲ ಮಗ್ಗುಲಿನ 'ಡೀ'ಯು ಋಣಾತ್ಮಕ, ಅನಂತರದ ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ಎಡಮಗ್ಗುಲಿನದು ಋಣ, ಬಲಮಗ್ಗುಲಿನದು 'ಡಿ' ಧನ. ಹೀಗೆ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಆವರ್ತವಾಗುತ್ತಲಿರುತ್ತವೆ. ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಪಡೆದ ಐಯಾನು (ion)ಗಳನ್ನು ಸೈಕ್ಲೋ ಟ್ರಾನಿನ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಇಳಿಯಗೊಟ್ಟರೆ ಇವು ಸುರುಳಿಯಾಕಾರದ ಪಥದಲ್ಲಿ ಮುಂದುವರಿಯುತ್ತಾ, ಮುಂದುವರಿದಂತೆ ವೇಗತರವಾಗಿಯೂ ಸಾಗುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಮತ್ತೂ ಮತ್ತೂ ಸಾಗುತ್ತ ಸೈಕ್ಲೋಟ್ರಾನಿನ ಕಿಂಡಿಯೊಂದರ ಮೂಲಕ ಹಾದು, ಹೊರಕ್ಕೆ ಧಾವಿಸುತ್ತವೆ; ಧಾವಿಸುತ್ತ, ಯಾವ ಪರಮಾಣುವನ್ನು ಹೊಡೆಯಬೇಕೋ ಅದನ್ನು ಹೊಡೆಯುತ್ತವೆ. ಹೆಚ್ಚುಮಟ್ಟಿಗೆ ಸೈಕ್ಲೋಟ್ರಾನಿನಲ್ಲಿ ಉಪಯುಕ್ತವಾಗುವ ಕಣಗಳೇ ಪ್ರೊಟಾನುಗಳು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಧನಾತ್ಮಕ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಇರುವ ಕಾರಣ ಒಂದು ಡೀಯು ಇವುಗಳನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸಿದರೆ, ಮತ್ತೊಂದು ನಿರಸನಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ; ಅಷ್ಟರಲ್ಲಿ ಎರಡನೇ ಡೀಯನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿದ ಈ ಕಣವು ಪುನಃ ಇಂಥದೇ ಆಕರ್ಷಣೆ ಮತ್ತು ನಿರಸನಗಳ ಫಲವಾಗಿ (ಈ ಬಲಗಳು ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಹಾಯುವ ಕಾರಣ) ಪುನಃ ವೇಗವರ್ಧನೆಯನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ, ಕಾಲ್ಚೆಂಡಿನಂತೆ ಕ್ಷಣಕ್ಷಣಕ್ಕೂ ಒದೆತಕ್ಕೀಡಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ವೇಗದಿಂದ, ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ, ಸೈಕ್ಲೋಟ್ರಾನಿನಿಂದ ಹೊರಕ್ಕೆ ಧಾವಿಸಿ ಲಕ್ಷ್ಯವನ್ನು (target) ಹೊಡೆಯುತ್ತದೆ. ಈ ವೇಗವು ಅನೇಕ ಬಾರಿ, ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದ ಮೂರನೇ ಒಂದಂಶದಷ್ಟೂ ಆಗುವುದಿದೆ.

ವೇಗ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ, ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ – ತೂಕ (mass) ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆಂದು ಸಾಪೇಕ್ಷ ಸಿದ್ಧಾಂತವು (Relativity) ಪ್ರತಿಪಾದಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಹೆಚ್ಚಳದ ಸೂತ್ರವೋ



ಚಿತ್ರ 10: ಸೈಕ್ಲೋಟ್ರಾನ್

$$m = \frac{mo}{1 - \frac{V^2}{C^2}}$$ ಎಂದಿದ್ದು

mo ಎಂಬುದು ವಸ್ತುವು ಚಲಿಸದೆ ಇದ್ದಾಗ ಅದರ ತೂಕ, c ಯು ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ, v ಯು ವಸ್ತುವಿನ ವೇಗ ಮತ್ತು m ವಸ್ತುವಿನ ಚರದ್ರವ್ಯರಾಶಿ.

ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಲೂ ಅನೇಕ ವಸ್ತುಗಳು ಚಲಿಸುತ್ತಲಿವೆ; ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಚಲನೆಯ ಕಾರಣದಿಂದ ತೂಕದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಳವು ಕಾಣುವುದೆ? ಎಷ್ಟು? ಹೇಗೆ? ಇದನ್ನು ಅಳೆಯಬಲ್ಲೆವೆ? ಎಂದರೆ, ಹೆಚ್ಚಿನ ವಸ್ತುಗಳ ವೇಗವೋ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗಕ್ಕೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ಶೂನ್ಯಕಲ್ಪವೇ. ಅವುಗಳ ಗಾತ್ರಕ್ಕೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ಪರಿಶೀಲಿಸಿದರೆ, ಈ ಕ್ಷುದ್ರ ಕಣಗಳು ಸೆಕುಂಡು ಒಂದರ 60,000 ಮೈಲಿ ವೇಗದಿಂದ ಧಾವಿಸುತ್ತ ಪರಮಾಣು ಬೀಜಗಳೊಳಗೆ ಅವುಗಳ ಅಪರಿಮಿತ ಪ್ರತಿಭಟನೆಯನ್ನೆದುರಿಸಿಯೂ ಪ್ರವೇಶ ಪಡೆಯುವುವು. ಈ ಬಗ್ಗೆ ಅವುಗಳ ಅಪಾರ ಚಲನಚೈತನ್ಯವೂ ಮತ್ತು ಇಂಥ ವೇಗದ ಕಾರಣದಿಂದ ಚೈತನ್ಯದ ಹೆಚ್ಚಳವೂ ಕಾರಣವಾಗುವುವು ಎಂದು ಬೇರೆ ಹೇಳುವ ಅವಶ್ಯವಿಲ್ಲ.

ಹೊರಗಿನಿಂದ ಕಣಗಳು ಪರಮಾಣುಬೀಜದೊಳಗೆ ಪ್ರವೇಶಪಡೆದುವೆಂದರೆ ಅದರಲ್ಲಿನ ಸಮತೋಲವು ತಪ್ಪುವುದು; ಅಸ್ಥಿರತೆಯು ಕಾರಣದಿಂದ ಬೀಜವು ವಿಭಾಗವಾಗುವುದು, ವಿದಲನ ಹೊಂದು

ವುದು. ವಿದಲನ (Fission) ವೆಂದು ಈ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಹೆಸರು. ಈ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಅಥವಾ ಹೆಚ್ಚು ಉಪಕಣಗಳು ವಿಭಾಗವಾಗಿ ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ಹಿಂದೆ ಹೇಳಿದಂತೆ ಪ್ರೋಟಾನ್, ಇಲ್ಲವೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿನ ಪ್ರವೇಶದಿಂದ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುವ ವಿವಿಧ ಉಪಕಣಗಳು ಸಮತೋಲ ತಪ್ಪಿ ಪರಸ್ಪರ ನಿರಸನಗೊಳ್ಳಲುಪಕ್ರಮಿಸಿ, ಅಲ್ಲಿಂದ ಸಿಡಿದು ಬೇರೆಯಾಗುವುವು. ಎಲ್ಲಿಯಾದರೂ ಒಂದು ಪರಮಾಣು ಹೀಗೆ ಸಿಡಿದು ವಿದಲನ ಹೊಂದಿತೆನ್ನಿರಿ. ಈ ಕಾರ್ಯದೀದ ಸೃಜಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಕಣ ಗಳಾದರೋ ತಮ್ಮ ಸುತ್ತಲೂ ಅಸಂಖ್ಯಾತವಾಗಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಪುನಃ ಪ್ರವೇಶಿಸಿ ಅಲ್ಲಿ ಇಂಥದೇ ಕಾರ್ಯವನ್ನು, ಅಂದರೆ, ಸಿಡಿತ, ಕಣಗಳ ಪ್ರತ್ಯೇಕೀಕರಣಗಳನ್ನು ಸಾಧಿಸಬಲ್ಲುವು. ಹೀಗೆ ಈ ಕಾರ್ಯವು ಪರಂಪರಾಗತವಾಗಿ ಎಂಬಂತೆ, ಮುಂದುವರಿಯುವುದು. ಇದನ್ನು ಸರಪಣಿಕ್ರಿಯೆ (chain reaction) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಸರಪಣಿಕ್ರಿಯೆಯು ಮುಂಬರಿದಂತೆ, ಅನೇಕ ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ಹುದುಗಿರುವ ಚೈತನ್ಯವು ಬಿಡುಗಡೆಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ – ಪರಮಾಣುಗಳ ಬಂಧಕಶಕ್ತಿಯೂ ಬಿಡುಗಡೆಗೊಳ್ಳುವುದರೊಡನೆ ತೂಕವೂ ಮಾಯವಾಗಿ ಚೈತನ್ಯ (ಶಕ್ತಿ, energy) ವಾಗಿ ರೂಪಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ಪ್ರತಿ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿಯೂ ಹೆಚ್ಚೇನೂ ಶಕ್ತಿ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗದು. ಆದರೆ ಸಾಮಾನ್ಯ ಪರಿಮಾಣದ ಪದಾರ್ಥದಲ್ಲಿ ಮಿಲಿಯ ಮಿಲಿಯಗಟ್ಟಳೆ ಪರಮಾಣುಗಳಿಲ್ಲವೆ? 'ಹನಿಕೂಡಿ ಹಳ್ಳ' ಎಂದಿದೆ. ಹಾಗೆಯೇ ತುಸುವೇ ಶಕ್ತಿ ಪ್ರತಿ ಪರಮಾಣುವಿನಿಂದ ಲಭಿಸಿದರೂ ಮಿಲಿಯ, ಮಿಲಿಯಗಟ್ಟಳೆ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ಲಭಿಸಿದಾಗ ಇದು ಅಪಾರವೆನಿಸುತ್ತದೆ. ಸಾಲದುದಕ್ಕೆ, ಈ ಸರಪಣಿಕ್ರಿಯೆ ಮತ್ತು ಪರಮಾಣು ಸ್ಫೋಟಗಳು ಅನಿಯಂತ್ರಿತವಾಗಿ,ಸ್ವಚ್ಛಂದವಾಗಿ ಜರಗುತ್ತಲಿದ್ದರೆ, ಸೆಕುಂಡಿನ ಅತ್ಯಲ್ಪಂಶದ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಈ ಅಪಾರ ಶಕ್ತಿಯು ಲಭಿಸುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ, ಈ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು (Power) ಅತ್ಯದ್ಭುತವೆನಿಸುತ್ತದೆ. ಟನ್‌ಗಟ್ಟಳೆ ಟಿ. ಎನ್. ಟಿ. ಮೊದಲಾದುವುಗಳನ್ನು ಸ್ಫೋಟನಗೊಳಿಸಿದರೂ ಇಷ್ಟು ಶಕ್ತಿ ಲಭಿಸಲಾರದು. ಈ ಸ್ಫೋಟದ ಫಲವಾಗಿ ಸುತ್ತುಮುತ್ತಲಿನ ಸಮಸ್ತವೂ ಬಿಸಿಯಾಗಿ, ಉರಿದು, ಕರಗಿ, ದ್ರವವಾಗಿ ಮುಂದೆ ಆವಿಯಾಗುವುದು. ಮಿಲಿಯಗಟ್ಟಳೆ ಡಿಗ್ರಿ ಉಷ್ಣತೆಯೂ ಲಭಿಸುವುದು. ಇಂಥ ಉಷ್ಣತೆಯ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ಸಮಸ್ತವೂ ಭಸ್ಮವಾಗಿ ಬಿಡುವುದು.

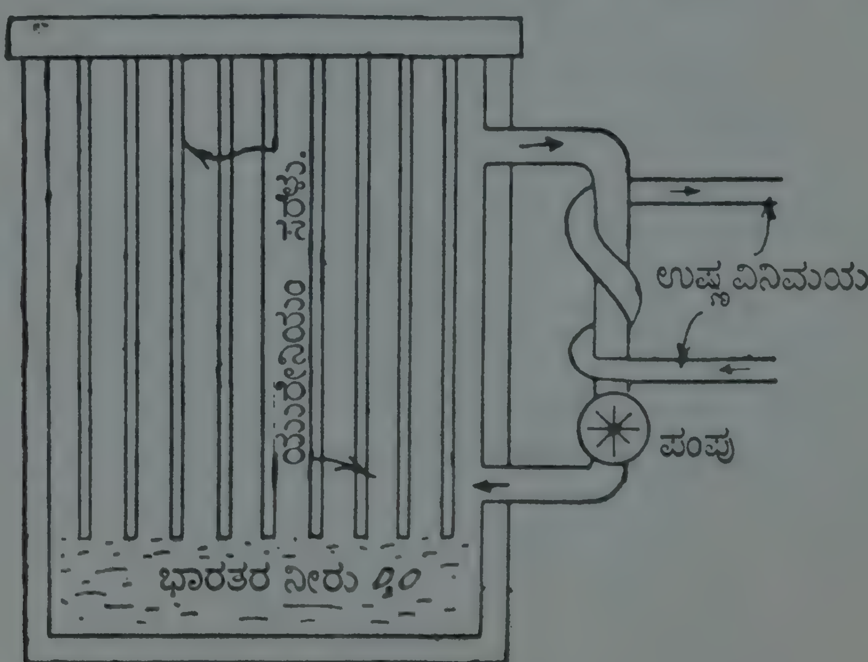
ಅಪರಿಮಿತ ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುವ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಗತಿಯನ್ನು – ವೇಗವನ್ನು – ಕಮ್ಮಿ ಮಾಡುವಂತೆ ತಕ್ಕ ಕ್ಯಾಡ್ಮಿಯಂ ಸರಳುಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಈ ಅಪಾರ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಲು ಬಂದಿದೆ. ಇಂಥ ಯೋಜನೆಗೆ 'atomic pile' ಪರಮಾಣು ಒಟ್ಟಿಲು ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಇಂಥ ಪರಮಾಣು ಒಟ್ಟಿಲಿನಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣವು ಒಂದೊಮ್ಮೆಗೇ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗದೇ ಮೆಲ್ಲನೆ,ಹದವಾಗಿ, ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ರಾತ್ಲು ಯುರೇನಿಯವೋ, ಪ್ಲುಟೋನಿಯವೋ ಕೆಲವೇ ಕ್ಷಣಗಳಲ್ಲಿ ಉರಿದು ಹೋಗುವ ಬದಲು, ವರ್ಷಗಟ್ಟಳೆ ಸಮಯ, ಉರಿಯುತ್ತಲೇ ಇರಬಲ್ಲುದು; ಅಂದರೆ, ಅಷ್ಟು ಕಾಲದ ತನಕವೂ ಉಗಿಶಕ್ತಿಯನ್ನೋ, ಶಕ್ತಿಯ ಇತರ ರೂಪಗಳನ್ನೋ ಒದಗಿಸಬಲ್ಲುದು; ಅಂದರೆ, ಟನ್‌ಗಟ್ಟಳೆ – ಮಿಲಿಯಗಟ್ಟಳೆ ಟನ್ – ಇದ್ದಲು ಇಲ್ಲವೆ ಇತರ ಇಂಧನಗಳಷ್ಟೇ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಈ ಒಟ್ಟಿಲು ಒದಗಿಸಲು ಶಕ್ಯವಾಗಿದೆ.

ಪರಮಾಣು ಒಟ್ಟಿಲು:

ಈ ಪುಸ್ತಕದ ಮೂಲ ಗ್ರಂಥವು ಅಚ್ಚಾಗುವಷ್ಟರಲ್ಲಿ (1962) ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯಿಂದೋಡುವ ಇಂಜಿನುಗಳು – ಯಂತ್ರಗಳು – ಹೆಚ್ಚು ಬಳಕೆಗೆ ಬಂದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ, ಇನ್ನೊಂದು ದಶಕದ ಒಳಗೆ ಅಂಥ ಯಂತ್ರಗಳು ಬಳಕೆಗೆ ಬಂದೇ ಬರುವುವು; ಉಗಿಯಂತ್ರಗಳಷ್ಟೇ ಧಾರಾಳವಾಗಿ ಇವು ಉಪಯುಕ್ತ

ವಾದರೂ ಆಶ್ಚರ್ಯವಿಲ್ಲ. ಪರಮಾಣು ಇಂಜಿನುಗಳನ್ನು ನೆಲದ ಮೇಲಣ ಮತ್ತು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಹಾರಾಡುವ ವಾಹನಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲು ಪ್ರಕೃತ ಕಷ್ಟಸಾಧ್ಯವೆನಿಸೀತು. ಅಂದರೆ, ಯುರೇನಿಯಮ್ ಧಾತುವಿನಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವ ವಿಕೀರ್ಣಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಮನುಷ್ಯಜೀವನಕ್ಕೆ ಅತ್ಯಂತ ಹಾನಿಕರವಿವೆ. ಇವನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟಲು ಅಡಿಗಟ್ಟಲೆ ದಪ್ಪವಿರುವ ಕಾಂಕ್ರೀಟು, ಇಲ್ಲವೆ ಸೀಸದ ಗೋಡೆಯು ಅತ್ಯವಶ್ಯವಿರುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ವಾಹನಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವುದು ಸುಲಭವೇ? ಆದುದರಿಂದ ಇಷ್ಟರಲ್ಲಿ ದೊಡ್ಡ ಸ್ಟೀಮರುಗಳಲ್ಲಿ, ಜಲಾಂತರ್ಗಾಮಿಗಳಲ್ಲಿ, ಇವುಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇನ್ನೂ ದೊಡ್ಡ ಕಾರ್ಖಾನೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ, ತಕ್ಕ ಭದ್ರತೆಯನ್ನೊದಗಿಸಿಕೊಂಡು, ಪರಮಾಣುವಿನ ಯಂತ್ರಗಳನ್ನು, ಒಟ್ಟಿಲುಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಇಷ್ಟರಲ್ಲೇ ಒಮ್ಮೆ ತುಂಬಿಸಿದ ಪರಮಾಣುವಿನ ಇಂಧನದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಸಹಸ್ರಗಟ್ಟಳೆ ಮೈಲಿ ದೂರವನ್ನು ಕ್ರಮಿಸಿದ ನಾಟಿಲಸ್ (Nautilus), ಸ್ಕಿಪ್‌ಜೇಕ್ (Skipjack), ಟ್ರೈಟನ್ (Triton) ಮತ್ತು ಸ್ಕೇಟ್ (Skate) ಗಳನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಬಹುದು. ದೂರದ ಪ್ರಯಾಣಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ತಿಂಗಳುಗಟ್ಟಳೆ ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಪುನಃ ಇಂಧನ (fuel)ವನ್ನು ತುಂಬಲಾಗಿಲ್ಲವೆಂಬುದನು ನೆನೆದರೆ, ಮುಂದೆ ದೊಡ್ಡ ದೊಡ್ಡ ಹಡಗುಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಹೀಗೆಯೇ ಓಡಿಸುವುದು ರೂಢಿಗೆ ಬರಲಿದೆ ಎಂದು ಧೈರ್ಯವಾಗಿ ಹೇಳಬಹುದು. ಅಗೋಸ್ಟ್ 1958 ರಲ್ಲಿ ಉತ್ತರ ಧ್ರುವಕ್ಕೆಸಾಗಿದ ಸ್ಕೇಟ್ ತನ್ನ ಸಹಸ್ರಗಟ್ಟಳೆ ಮೈಲಿಯ ಪ್ರಯಾಣವನ್ನು ಬೆಳೆಸಲು ಕಾರಣವಾದುದಾದರೋ ಅದರಲ್ಲಿದ್ದ ಪರಮಾಣುವಿನ ಉರುವಲೇ ಕಾರಣ. ಇದ್ದಿಲನ್ನೋ, ಇನ್ನಿತರ ಇಂಧನವನ್ನೋ ಉಪಯೋಗಿಸಿದ್ದರೆ, ಇಂಥ ದೂರದ ಪ್ರಯಾಣವು ದುಸ್ತರವೆನಿಸುತ್ತಿತ್ತು.

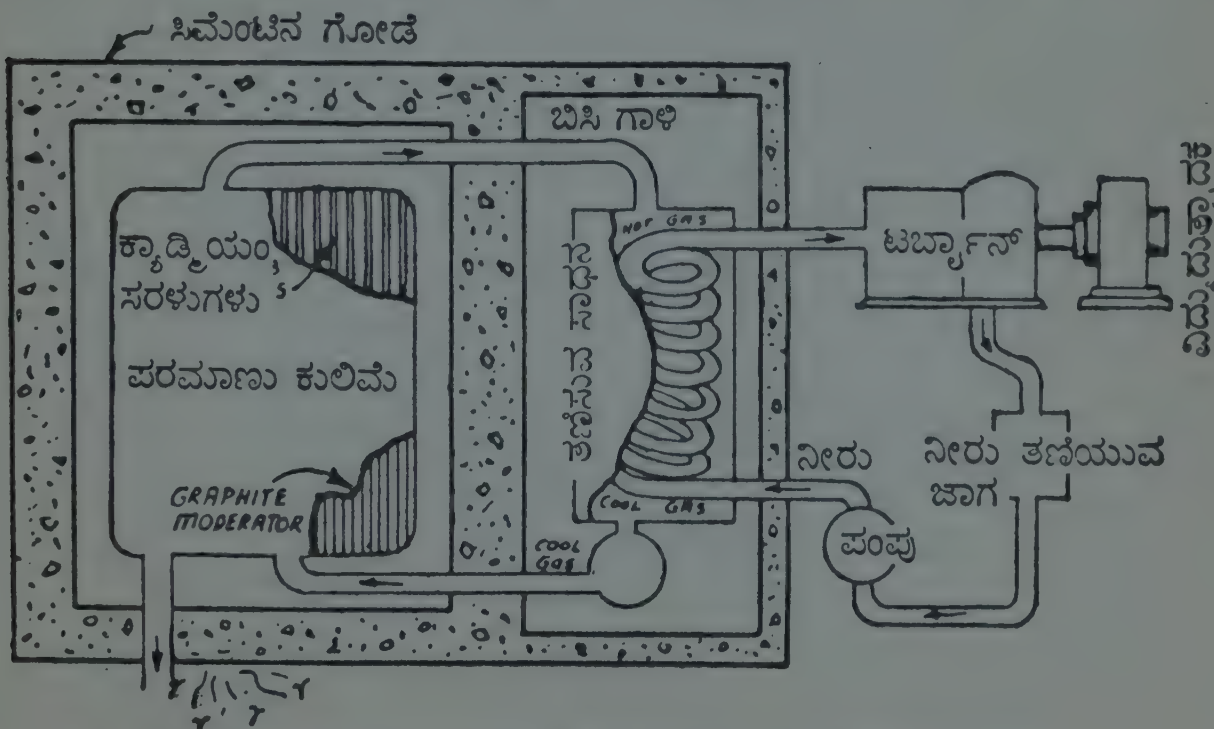
ಪರಮಾಣುಬೀಜಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಓಡುವ ಯಂತ್ರದ ರಚನೆಯಾದರೋ ಬಹಳ ಸಂಕೀರ್ಣವಾಗಿದೆ ಮತ್ತು ಬಹಳ ನಿಖರವೂ (accurate) ಆಗಿದೆ. ಇದರ ರಚನೆಯ ವಿವರವನ್ನೊದಗಿಸಲು ಇದಕ್ಕಿಂತಲೂ ದಪ್ಪನಾದ ಪುಸ್ತಕದ ಅವಶ್ಯಕತೆ ಇದೆ. ಆದರೂ ಇದರ ಅತ್ಯಂತ ಸ್ಥೂಲ ರೂಪರೇಷೆಗಳು ಇಂತಿವೆ; ಅವಷ್ಟು ಸುಲಭವೂ ಆಗಿವೆ. ಅಂಥ ಪರಮಾಣು ಒಟ್ಟಿಲಿನಲ್ಲಿ (ಚಿತ್ರ 11) ಯುರೇನಿಯಮ್‌ನ



11: ಪರಮಾಣು ಒಟ್ಟಿಲು (pile)

ಐಸೋಟೋಪುಗಳಾದ $_{92}U^{238}$ ಮತ್ತು $_{92}U^{235}$ ಇವುಗಳು ತಾವು 140:1ರ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಬೆರೆತಿವೆ. ಇವನ್ನು ಸೀಸದ ಪಾತ್ರೆಯೊಳಗೆ ಕ್ರಮವಾಗಿ ಸಮನಾದ ಅಂತರಗಳಲ್ಲಿ ಇಡಲಾಗಿದೆ. ನೀರು ಈ ಪಾತ್ರೆಯೊಳಗೆ ಪ್ರವೇಶ ಪಡೆದಿದೆ. ಈ ನೀರು ಸಾಮಾನ್ಯ ನೀರಲ್ಲ, ಬದಲು ಭಾರತರ ನೀರು (heavy water). ಭಾರತರ ನೀರು ಎಂದರೇನು? ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣು ತೂಕವು ಒಂದು. ಸಾಮಾನ್ಯ ಜಲಜನಕದ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಒಂದು ನ್ಯೂಟ್ರಾನನ್ನು ಸೇರಿಸಿದರೆ ಅದು, ಭಾರತರ ತೂಕ ಎರಡು ಇರುವ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ (ಡ್ಯೂಟೇರಿಯಮ್, Deuterium) ಆಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು $_{1}D^{2}$ ಎಂದೂ ಬರೆಯಬಹುದು. ಇಂಥ ಎರಡು ಡ್ಯುಟೇರಿಯಮ್ ಪರಮಾಣುಗಳೂ, ಮತ್ತು ಒಂದು ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪರಮಾಣು ಸಂಯೋಗ ಹೊಂದಿ, ಭಾರತರ ನೀರು ಆಗುತ್ತದೆ. ಈ ಭಾರತರ ನೀರಿನ ಉದ್ದೇಶವೇನು? ಭಾರತರ ನೀರಿನಲ್ಲಿನ ಪ್ರತಿಯೊಂದರ ಅಸಂಖ್ಯ ಅಣುವಿಗೆ ಎರಡರಂತೆ, ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳು ಸೃಷ್ಟಿಯಾದಂತೆ ಇವೂ ಕೂಡ ಯುರೇನಿಯಮ್‌ನ ವಿದಲನದಿಂದ ಸೃಜಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳೊಡನೆ ಸೇರಿ ವಿದಲನ ಕಾರ್ಯವು ಪರಂಪರಾಗತವಾಗಿ ಸಾಗುವಂತೆ ಮಾಡುವುವು. ಸಾಲದುದಕ್ಕೆ, ಅಷ್ಟರಲ್ಲಿ ಕ್ಯಾಡ್ಮಿಯಂ ಮತ್ತು ಗ್ರಾಫೈಟ್ (ಇಂಗಾಲದ ಬಹು ರೂಪಗಳಲ್ಲೊಂದು – ಇದು ಅತ್ಯಂತ ಶುದ್ಧವಾಗಿರಬೇಕು) ಇವೆರಡೂ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಮಂದಗೊಳಿಸುವುವು, ಅವುಗಳ ವೇಗವನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುವುವು; ವೇಗ ಕಡಿಮೆಯಾದರೆ, ಸರಪಣಿಕ್ರಿಯೆಯು – ಪರಂಪರಾಕ್ರಿಯೆಯು– ಒಂದೊಮ್ಮೆಗೇ ನಡೆಯದೆ, ಕ್ರಮವತ್ತಾಗಿ ಮೆಲ್ಲನೆ ನಡೆಯುತ್ತ, ಶಕ್ತಿಯು ನಿಯಂತ್ರಿತವಾಗಿಯೇ ಲಭ್ಯವಾಗುವುದು. ಒಂದೇ ಮಾತಿನಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಕ್ಯಾಡ್ಮಿಯಂ ಮತ್ತು ಗ್ರಾಫೈಟುಗಳು ವಿದಲನಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುವುವು.

ಚಿತ್ರ 12ರಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನೊದಗಿಸುವ ಪರಮಾಣವಿಕ ಒಟ್ಟಿಲನ್ನು ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಉಪಯುಕ್ತವಾದ ಅನಿಲವನ್ನು ಒಟ್ಟಿಲಿನಲ್ಲಿ ಸಿಗುವ ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಬಿಸಿಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ, ಅನಿಲದ ಶಾಖವನ್ನು ಬಹಳ ಹೆಚ್ಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಅನಿಲವು ಒಟ್ಟಿಲಿನೊಳಗೆ ಅನೇಕ



ಚಿತ್ರ 12: ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನೆಯಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣು ಒಟ್ಟಿಲಿನ ಉಪಯೋಗ

ಸುರುಳಿಯಾಕಾರದ ನಳಿಗೆಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾದು ಮುಂದುವರಿಯುತ್ತದೆ. ಬಿಸಿಯಾದ ಅನಿಲವು ಇನ್ನಿತರ ನಳಿಗೆಗಳೊಳಗೆ ಹರಿಯುತ್ತಲೇ ಇರುವ ನೀರನ್ನು ಬಿಸಿ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ನೀರು ಬಿಸಿಯಾಗಿ ಆವಿಯಾಗಿ – ಉಗಿಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ – ನಳಿಗೆಗಳ ತುದಿಯಲ್ಲಿ ಉಗಿ ಟರ್ಬೈನನ್ನು (steam turbine) ಓಡಿಸುತ್ತದೆ. ಉಗಿ ಟರ್ಬೈನು, ಒಂದು ಅಥವಾ ಹಲವು ವಿದ್ಯುದುತ್ಪಾದಕಗಳನ್ನು ಓಡಿಸುತ್ತಾ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನುಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆಂದ ಬಳಿಕ, ಈ ಪರಮಾಣುರೂಪದಲ್ಲಿನ ವಿದಲನಶೀಲ ಇಂಧನವು ಇರುವ ತನಕ, ಈ ಒಟ್ಟಿಲಿನಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣವು ಅನಿಲವನ್ನು ಕಾಯಿಸಿ, ತನ್ಮೂಲಕ ನೀರನ್ನೂ ಕುದಿಸಿ, ಆವಿಯು ಉಗಿಯ ಟರ್ಬೈನುಗಳನ್ನೋಡಿಸುತ್ತ, ಇವುಗಳಿಗೆ ಜೋಡಿಸಿದ ಡೈನಮೋಗಳು ತಿರುಗುತ್ತಾ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಲಭಿಸುತ್ತವೆ. ಅಂದರೆ, ಏನೇನೂ ತೊಂದರೆ ಇಲ್ಲದೆ, ಮತ್ತೂ ಪುನಃ ಪುನಃ ಇಂಧನಗಳ ಪೂರೈಕೆಯ ಅವಶ್ಯಕತೆಯೇ ಇಲ್ಲದೆ, ಈ ಯಂತ್ರವು ವರ್ಷ, ಎರಡು ವರ್ಷಗಳ ತನಕವೂ ಸತತವಾಗಿ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನೊದಗಿಸಬಲ್ಲುದು. ಚಿತ್ರ 12ರಲ್ಲಿ ಇಂಥ ಪರಮಾಣು ಒಟ್ಟಿಲನ್ನು ತೋರಲಾಗಿದೆ. ಇದರ ಒಟ್ಟಿಲಿನ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಾಹಕ ಭಾಗವಾದರೋ ಪ್ರೇಕ್ಷಕನನ್ನಾಗಲೀ, ಇಲ್ಲವೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡುವ ತಾಂತ್ರಿಕನನ್ನಾಗಿ ಭಾದಿಸದಂತೆ ದಪ್ಪನಾದ ಕಾಂಕ್ರೀಟು ಗೋಡೆಗಳಿಂದ ಆವರಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ.

ಭಾಗ ನಾಲ್ಕು
ಪದಾರ್ಥದ ಲಕ್ಷಣಗಳು

ಎಳೆತ ಮತ್ತು ಅಮುಕಾಟ......ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕಗುಣ ಮತ್ತು ಇದರ ಮಿತಿ...... ಹದಿನೇಳನೆ ಶತಮಾನದ ಅದ್ಭುತ ಮೇಧಾವಿ ಪಾಸ್ಕಲ್......ಪಾಸ್ಕಲನ ಸೂತ್ರ......ದ್ರವಗಳ ಲಕ್ಷಣ ಮತ್ತು ಧರ್ಮಗಳು......ದ್ರವಗಳ ಒತ್ತಡ......ಪೆನ್ನಿನಾಣ್ಯಗಳ ಭಾರ 2 ರಾತ್ಲು ಇರಬಲ್ಲುದೆ?......ನೀರೋ ಇತರ ದ್ರವವೋ ತನ್ನ ಮಟ್ಟವನ್ನೇತಕ್ಕೆ ಮತ್ತು ಹೇಗೆ ನಿರ್ಣಯಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ?......ಟೇಪುಗಳನ್ನು ತೆರೆದಾಗ ನೀರು ಏತಕ್ಕೆ ಹೊರಗೆ ದುಮುಕುತ್ತದೆ? ......ಪುರಾತನ ಕಾಲದ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ –'ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸ್'......ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸನು ಬಿಡಿಸಿದ ಕಿರೀಟದ ಸಮಸ್ಯೆ......ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸನ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳು......ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸನ ಸೂತ್ರ......ಪ್ಲಾವನದ ತೇಲುವಿಕೆಯ (flotation) ಧರ್ಮಗಳು...... ವಸ್ತುಗಳು ಮುಳುಗುವುದೇತಕ್ಕೆ?...... ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತುಗಳು ನೀರನ್ನು ತಳ್ಳುವುದರಿಂದ ಅವುಗಳ ಗಾತ್ರ ನಿರ್ಣಯ......ಸಾಪೇಕ್ಷ ಭಾರ ನಿರ್ಣಯ (Specific gravity)......ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸನ ತತ್ವದ(ಸೂತ್ರದ) ವಿವರಣೆ...... ಅನಿಲಗಳ ಲಕ್ಷಣಗಳು......ವಾತಾವರಣದ ಒತ್ತಡ......ಟೊರಿಸೆಲ್ಲಿಯ ನಳಿಗೆಯ ಪ್ರಯೋಗಗಳು......ವಾಯುಭಾರಮಾಪಕ......ವಾತಾವರಣವಿಲ್ಲದೆ ಹೋದರೆ? ...... ಗಗನಯಾತ್ರಿಗಳು......ವಾತಾವರಣದ ಒತ್ತಡದ ಉಪಯೋಗಗಳು......ದ್ರವೋದ್ಧಾರನಾಳ (Siphon) ರಾಬರ್ಟ್ ಬಾಯ್ಲ್......ಬಾಯ್ಲ್‌ನ ನಿಯಮ.

ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತುಗಳೇತಕ್ಕೆ ತಂತಮ್ಮ ಆಕಾರಗಳನ್ನು ಪಡೆದಿವೆ, ಇಂಥ ವಿಶಿಷ್ಟ ಆಕಾರವು ದ್ರವಾನಿಲಗಳಿಗೇತಕ್ಕಿಲ್ಲ? ಎಂಬ ಪದಾರ್ಥದ ಕೆಲವು ವಿವರಗಳನ್ನೂ, ಹಾಗೆಯೇ ಪದಾರ್ಥರಚನೆಯ ಅಡಿಗಲ್ಲುಗಳಾದ ಅಣು ಮತ್ತು ಪರಮಾಣುಗಳ ವಿವರಗಳನ್ನೂ ಸಾಕಷ್ಟು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಇಷ್ಟರಲ್ಲಿ ಪರಿಶೀಲಿಸಿರುವೆವು. ಅಣು, ಪರಮಾಣುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಸಮೀಪವಿರುವ ಗಟ್ಟಿವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ನಿಶ್ಚಿತ ಆಕಾರವೂ, ಇವು ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ದ್ರವ ಮತ್ತು ಅನಿಲಗಳಲ್ಲಿ ನಿಶ್ಚಿತ ಆಕಾರವಿಲ್ಲದೆ ಇರುವುದೂ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನೂ ಪರಿಶೀಲಿಸಿದ್ದೇವೆ. ಅಂದರೆ, ದ್ರವಗಳ, ಅನಿಲಗಳ ಅಣುಗಳು ತಾವಾಗಿಯೇ ಸ್ವಚ್ಛಂದವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತಲಿದ್ದರೆ, ಇಂಥ ಸ್ವಚ್ಛಂದ ಚಲನೆಯನ್ನೇನೂ ತೋರದ ಗಟ್ಟಿ ಪದಾರ್ಥದ ಅಣುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಆಕರ್ಷಣೆಗೀಡಾಗಿವೆ ಎಂದರ್ಥ. ಈ ಆಕರ್ಷಣೆಯ ಬಲಗಳೂ ಎರಡು ವಿಧ– ಎಳೆತ (pull, tension) ಮತ್ತು ಅಮುಕಾಟ ಇಲ್ಲವೆ ಪೀಡನೆ (Compression). ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಎಳೆದು, ಈ ಎಳೆತದ ಕಾರಣದಿಂದ ಅವನ್ನು ತುಸು ವಿಸ್ತಾರಗೊಳಿಸಬಹುದು; ಹಾಗೆಯೇ, ಸುತ್ತಲೂ ತಕ್ಕ ಬಲವನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ, ಆ ವಸ್ತುವನ್ನು ಅಮುಕಿ ಹ್ರಸ್ವಗೊಳಿಸಲೂಬಹುದು. ಒಂದು ಮಾತಿನಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ತಕ್ಕ ಬಲಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಎಳೆಯಬಹುದು, ಅಮುಕಬಹುದು. ಇಂಥ ಬಲಗಳೇ ಎಳೆತ (tension)ದ ಬಲಗಳು ಮತ್ತು ಅಮುಕಾಟ, ಇಲ್ಲವೆ ಪೀಡನೆಯ (compression) ಬಲಗಳು. ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತುಗಳ ಮೇಲೆ ಇವೆರಡು ಜಾತಿಯ ಬಲಗಳನ್ನೂ ಪ್ರಯೋಗಿಸಬಹುದು.

ಆದರೆ, ದ್ರವ ಮತ್ತು ಅನಿಲಗಳಾದರೋ ಇಂಥ ಎಳೆತದಿಂದ ಪರಿಣತವಾಗುತ್ತದೆ. ಎಳೆತವು ಇವನ್ನು ತೋಲತಪ್ಪಿಸಿಬಿಡುತ್ತದೆ, ವಿಕೃತಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ, ಚಲನೆಗೀಡುಮಾಡಿ ಇವುಗಳಲ್ಲಿ

ಸ್ಥಿತ್ಯಂತರಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸಿಬಿಡುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಅಮುಕಾಟವು – ಸುತ್ತಲಿನ ಪೀಡನೆಯು—ಇವುಗಳನ್ನು ವಿಕಾಸಗೊಳಿಸಲೂ ಬಲ್ಲುದು, ಹ್ರಸ್ವಗೊಳಿಸಲೂ ಬಲ್ಲುದು. ದ್ರವಾನಿಲಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಇಂಥ ಏಕಪ್ರಕಾರದ ಬಲವನ್ನು ಚದರಮಾನಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ, ಒತ್ತಡ (pressure) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಹೀಗೆ ಎಳೆತವೆಂದರೆ ತನ್ನ ಪ್ರಯೋಗದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವನ್ನು ಉದ್ದಗೊಳಿಸುವ, ಇಲ್ಲವೆ ಚಿಕ್ಕದನ್ನಾಗಿಸುವ ದೈರ್ಘಿಕ ಬಲ. ಆದರೆ ಅಮುಕಾಟವು ಸುತ್ತಲೂ ವ್ಯಾಪಿಸಿ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವ ಇಲ್ಲವೆ ಕುಗ್ಗಿಸುವ ಬಲ. ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತುವನ್ನು ಮಹತ್ತರ ಪರಿಮಾಣದ ಬಲದಿಂದ ಎಳೆಯಿರಿ. ಇದರ ಫಲವಾಗಿ ವಸ್ತು ಇಬ್ಭಾಗವಾಗಿಯೋ, ಇಲ್ಲವೆ ಅನೇಕ ತುಂಡುಗಳಾಗಿಯೋ ವಿಂಗಡಿಸಲ್ಪಡುವುದು. ಹಾಗೆಯೇ. ವಸ್ತುವನ್ನು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಅಮುಕಿರಿ. ಆಗಲೂ ಇದು ಹ್ರಸ್ವವಾಗುತ್ತಾ ಪುಡಿಪುಡಿಯಾಗುವ ಸಂಭವವಿದೆ. ನಮ್ಮ ಸೇತುವೆಗಳ ಮೇಲೆ ಹಾಸಲಾದ ಉಕ್ಕಿನ ಕಂಬಿಗಳೋ ಯಾವಾಗಲೂ ಎಳೆತದ ಬಲಗಳಿಗೀಡಾಗಿವೆ, ಕೆಳಭಾಗದ ಕಾಂಕ್ರಿಟ್ ಗೋಡೆಗಳಾದರೋ ಸುತ್ತಲೂ ಅಮುಕಾಟಕ್ಕೀಡಾಗಿವೆ. ಹೀಗೆ ಎಳೆತ ಮತ್ತು ಅಮುಕಾಟದ ಬಲಗಳು ಯಮಳ ಬಲಗಳಂತಿವೆ; ಪ್ರತಿಕಟ್ಟಡದಲ್ಲೂ ಒಂದಲ್ಲ ಒಂದು ತರದಲ್ಲಿ ಇವು ವ್ಯಕ್ತವಾಗುತ್ತಲಿವೆ. ದೊಡ್ಡ ದೊಡ್ಡ ಕಟ್ಟಡಗಳಲ್ಲಿ, ಉಕ್ಕಿನ ತೊಲೆಗಳು ಹೊರಗಿನ ಎಳೆತ ಮತ್ತು ಪೀಡನೆಗಳ ಕಾರಣದಿಂದ ಹೇಗೆ ಪರಿಣತವಾಗುತ್ತದೆಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿದ ನಂತರ ಅವುಗಳ ರಚನೆಯು ಸಾಧ್ಯವೆನಿಸಿತು.

ಹೊರಗಿನ ಬಲಗಳಿಂದ ತುಸು ಪರಿಣತವಾದ, ಹಿಗ್ಗಿದ, ಕುಗ್ಗಿದ ಇಲ್ಲವೆ ದೀರ್ಘವಾದ ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತುವಾದರೋ ಈ ಬಲವನ್ನು ತಪ್ಪಿಸುವುದರಿಂದ ಹಿಂದಿನ ಸ್ಥಿತಿಗೇನೇ ಬಂದು ಬಿಡುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಹೀಗೆ ಅದು ಹಿಂದಿನ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಬರಲು ಅದರ ಉದ್ದಕ್ಕೂ, ಇಲ್ಲವೆ ಅದರೊಳಗೆ ಸರ್ವತೋಮುಖವಾಗಿ ವ್ಯಾಪಿಸಿರುವ ಬಲವೊಂದು ವ್ಯಕ್ತವಾಗುತ್ತಲಿರಬೇಕು. ಇದೇ ಆ ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತುವಿನ – ಪದಾರ್ಥದ ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕಗುಣ (elasticity) ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕಗುಣದಿಂದ ಬಲಪ್ರಯೋಗದ ಕಾರಣದಿಂದ ವಸ್ತುವು ಹಿಗ್ಗುವ, ರೂಪಾಂತರಗೊಳ್ಳುವ ಪರಿಣಾಮವೂ, ಹಾಗೆಯೇ ಆ ಬಲವನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಿದಾಗ, ವಸ್ತುವು ಹಿಂದಿನ ಸ್ಥಿತಿಗೇನೇ ಬಂದುಬಿಡುವ ಧರ್ಮವೂ, ಹೀಗೆ ಇವೆರಡೂ ಧರ್ಮಗಳೂ ವ್ಯಕ್ತವಾಗುತ್ತವೆ.

ರಬ್ಬರ್‌ದಾರವೊಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕ ಧರ್ಮವನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಪ್ರಕಟಿಸುತ್ತದೆ. ರಬ್ಬರನ್ನು ಎಳೆಯಿರಿ, ಅದು ಉದ್ದವಾಗುತ್ತದೆ, ಅಲ್ಲೇ ಎಳೆತವನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಿರಿ, ರಬ್ಬರಿನ ಆಂತರಿಕ ಬಲದ ಕಾರಣದಿಂದ ಅದು ಹಿಂದಿನ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಬಂದುಬಿಡುವುದು. ವಾದ್ಯಗಳ ತಂತಿಗಳಾಗಲಿ, ವಾಚಿನ ಸ್ಪ್ರಿಂಗುಗಳಾಗಲಿ, ರಬ್ಬರ್ ಚೆಂಡು ಯಾ ರಬ್ಬರ್ ಟಯರ್‌ಗಳಾಗಲೀ, ಇವೆಲ್ಲವೂ ಇಂಥ ಧರ್ಮಗಳನ್ನು ಇಷ್ಟು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿಯಲ್ಲವಾದರೂ, ಪ್ರಕಟಿಸುತ್ತವೆ. ಚೆಂಡನ್ನು ಗೋಡೆಗೆ ಎಸೆಯಿರಿ. ಗೋಡೆಯನ್ನು ತಗಲುವ ಸನ್ನಿವೇಶದಲ್ಲಿ, ಅದು ಅಮುಕಾಟದ ಕಾರಣದಿಂದ ತುಸುವೇ ರೂಪಾಂತರ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಆದರೆ, ಅತ್ಯಲ್ಪ ಸಮಯದಲ್ಲೇ ಹಿಂದಿನ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನೂ ಇದು ಪಡೆದುಬಿಡುತ್ತದೆ; ಈ ಕ್ಷಣಿಕ ಆಘಾತವನ್ನು (ಸಂಪಾತ, impact) ಬರಿಯ ಕಣ್ಣಿನಿಂದ ಅರಿತು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಕಷ್ಟಸಾಧ್ಯವೇ.

ಉಕ್ಕನ್ನು ನೋಡಿದ್ದೀರಷ್ಟೇ. ಇದರ ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕಗುಣವು ರಬ್ಬರಿಗಿಂತ ಎಷ್ಟೋ ಪಾಲು ಹೆಚ್ಚು – ಅಂದರೆ, ಇದು ತನ್ನನ್ನು ವಿಕೃತಗೊಳಿಸುವ, ಉದ್ದಕ್ಕೆಳೆಯುವ, ಗಿಡ್ಡವಾಗುವಂತೆ ಅಮುಕುವ ಬಲಗಳ ದೆಸೆಯಿಂದಾಗಿ ವಿಕೃತಗೊಂಡು, ಇಲ್ಲವೆ, ಉದ್ದದಲ್ಲೋ ಗಾತ್ರದಲ್ಲೋ ವಿಸ್ತಾರವನ್ನು ತೋರಿ, ಹೊರಗಿನಬಲಗಳನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಿದೊಡನೆಯೇ ತನ್ನ ಹಿಂದಿನ ರೂಪವನ್ನು ಪಡೆಯುವುದು. ಉಕ್ಕಿಗಾದರೋ ಎಳೆತವು ಅಪರಿಮಿತವಿರಬೇಕು. ಚದರ ಇಂಚಿಗೆ 20,000 ಪೌಂಡು ಭಾರದಷ್ಟು ಒತ್ತಡವನ್ನು ಹೇರಿದರೇನೇ 120 ಇಂಚು ಉದ್ದದ ಉಕ್ಕಿನ ದಾರವು $2\frac{1}{2}$ ಇಂಚು ಹೆಚ್ಚು ಉದ್ದವಾಗಬಹುದು; 30,000 ಪೌಂಡು ಭಾರ (ಚದರ ಇಂಚಿಗೆ) ಒತ್ತಡವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದಾಗ ಉದ್ದದ ಹೆಚ್ಚಳ ಸುಮಾರು

ಒಂದು ಇಂಚು ಆಗುತ್ತದೆ. ಮತ್ತೂ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಿದರೆ, ಉದ್ದದ ಹೆಚ್ಚಳವು ಮತ್ತೂ ಮತ್ತೂ ವಿಶೇಷವಾಗುತ್ತದೆ, ಅಂದರೆ, ಅಂಟುಪದಾರ್ಥವನ್ನು ಎಳೆದು ಮತ್ತೂ ಮತ್ತೂ ಉದ್ದಮಾಡಬಹುದಾದಂಥ ವಿಚಿತ್ರ ಸನ್ನಿವೇಶವು ಇಲ್ಲಿಯೂ ಒದಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ, ಚದರ ಇಂಚು ಒಂದರ 35,000 ಪೌಂಡು ಭಾರದ ಒತ್ತಡವು ಉಕ್ಕಿನ ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕ ಬಲಗಳ ಮಿತಿ (elastic limit) ಯೆನಿಸುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಒತ್ತಡವನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿದಾಗ ಉಕ್ಕು ತನ್ನ ಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ಪೂರ್ತಿ ಬದಲಾವಣೆ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ, ಚದರ ಇಂಚಿಗೆ 40,000 ಪೌಂಡು ಭಾರದ ಒತ್ತಡದಿಂದ 120 ಇಂಚು ಉದ್ದದ ಉಕ್ಕಿನ ದಾರವು ತಾನು, 11 ಅಡಿ (= 132 ಇಂಚಿಗೂ) ಹೆಚ್ಚು ಉದ್ದದಷ್ಟು ಚಾಚಿಕೊಳ್ಳುವುದು. ಸುಮಾರು 64,000 ಪೌಂಡು ಭಾರದ ಒತ್ತಡದ ತನಕವೂ ಹೀಗೆಯೇ ಉದ್ದಕ್ಕೆ ಚಾಚುತ್ತಾ, ಅಷ್ಟರಲ್ಲಿ ದೊಡ್ಡ ಸದ್ದನ್ನುಂಟುಮಾಡಿ ತುಂಡಾಗಿಬಿಡುತ್ತದೆ. ಇದಿಷ್ಟು ಉಕ್ಕಿನ ದಾರದ ಎಳೆತಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ದಾರ್ಢ್ಯದ ಮಿತಿ (tensile limit) ಎನಿಸುತ್ತದೆ.

ಅಮುಕಾಟವು ಎಳೆತದ ವಿರುದ್ಧ ಬಲವೆನಿಸುತ್ತದೆ. ತಂತನ್ನ ಭಾರದ ಕಾರಣದಿಂದ ಪ್ರತಿ ವಸ್ತುವೂ ತಾನಿರುವ ಜಾಗವನ್ನು, ತಲವನ್ನು ಅಮುಕುತ್ತದೆ. ಬೆಂಚಿನಲ್ಲಿ ಕುಳಿತಿರುವಾಗ ನಾನು ನನ್ನ ಭಾರದ ಕಾರಣದಿಂದ ಬೆಂಚನ್ನು ಅಮುಕುತ್ತಲಿದ್ದೇನೆ. ಇದೇ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಅತೀ ಕೆಳಗಿನ ಹಾಳೆಯು ಹೆಚ್ಚಿನ ಅಮುಕಾಟಕ್ಕೀಡಾಗಿದೆ. ಕಾರಣ, ಅದರ ಮೇಲಿನ ಹಾಳೆಗಳು ಅದನ್ನು ಒತ್ತುತ್ತಲಿವೆ. ಕಟ್ಟಡಗಳ ಕೆಳಭಾಗದ ಮೇಲೆಯೂ ಹೀಗೆಯೇ ಹೆಚ್ಚಿನ ಒತ್ತಡ, ಅಮುಕಾಟಗಳಿವೆ; ಅಥವಾ, ದೊಡ್ಡ ದೊಡ್ಡ ಕಟ್ಟಡಗಳಲ್ಲಿ ಪಂಚಾಂಗವು ಅತ್ಯಧಿಕ ಅಮುಕಾಟವನ್ನು ತಡೆಯಲು ಸಮರ್ಥವಾಗಿರಬೇಕು.

ಮುಂದೆ ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತುಗಳ ಮೇಲೆ ಬಲಗಳು ಎಂಥ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ತೋರುವುವು ಎಂದು ಪರಿಶೀಲಿಸುವಾಗ ಹೆಚ್ಚು ವಿವರವಾಗಿ ಅಂಥ ವಸ್ತುಗಳ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ವಿಮರ್ಶಿಸುವ; ಪ್ರಕೃತದ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ದ್ರವಗಳ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸೋಣ.

ಹದಿನೇಳನೆಯ ಶತಮಾನದ ಮಹಾಮೇಧಾವಿ ಪಾಸ್ಕಲ್

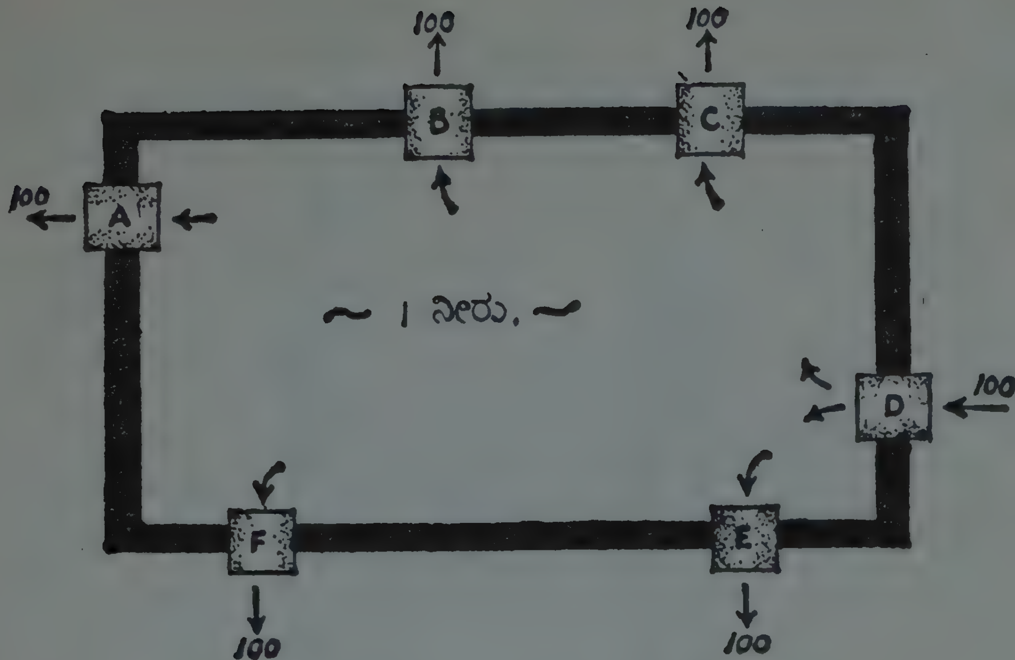
ಕ್ರಿ. ಶ. 1623ನೇ ವರ್ಷ ಜೂನ್ 19ರಂದು ಫ್ರಾನ್ಸಿನ ಕ್ಲೆರ್ಮಾ ಫೆರಾಂಡ್‌ನಲ್ಲಿ ಎಟೀ ಮತ್ತು ಅಂಟೋನಿ ಪಾಸ್ಕಲ್ ದಂಪತಿಗಳಿಗೆ ಬ್ಲೈಪಾಸ್ಕಲ್ ಎಂಬ ಮಗನು ಹುಟ್ಟಿದನು. ಇದೇ ಮಗು ಮುಂದೆ ಮೂವತ್ತೊಂಭತ್ತು ವರ್ಷಗಳೊಳಗೆ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸಾಧಕರಲ್ಲಿ – ಅಷ್ಟರ ತನಕದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಲ್ಲಿ – ಅಗ್ರಗಣ್ಯನೆನಿಸಿದನು.

ಬ್ಲೈೕ ಪಾಸ್ಕಲ್‌ನ ತಂದೆಯೂ ಗಣಿತಜ್ಞನಿದ್ದನು. ಆದರೆ, ತನ ಮಗನು ಗಣಿತಜ್ಞನಾಗಬಾರದೆಂಬ ಛಲವಿತ್ತು ಈತನಿಗೆ. ತನ್ನ ಮಗನ ಅಸಾಧಾರಣ ಬುದ್ಧಿವಂತಿಕೆಯನ್ನು ಗಮನಿಸಿದ ಈತನು ತನ್ನ ಗಣಿತ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಬಚ್ಚಿಟ್ಟನು. ಮಗನು ಇವುಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಓದಿ ಗಣಿತಜ್ಞನಾಗುವ ಬದಲು, ಇತರ ಪಾಠಗಳನ್ನು ಓದುತ್ತ ಸರ್ವಶಾಸ್ತ್ರ ಪಾರಂಗತನಾಗಬೇಕೆಂಬುದೇ ತಂದೆಯ ಆಸೆಯಾಗಿತ್ತು. ಆದರೇನು ? ತಂದೆಯಿಟ್ಟ ಈ ಜಾಗ್ರತೆಯ ಹೆಜ್ಜೆಯು ಮಗನಲ್ಲಿ ಮತ್ತೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಕುತೂಹಲವನ್ನು ಹುಟ್ಟಿಸಿತು; ಗಣಿತವು ಮತ್ತೂ ಪ್ರಬಲವಾಗಿ ಮಗನನ್ನು ಸೆಳೆಯಿತು. ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದ ಯಾವುದೇ ಪುಸ್ತಕವನ್ನೂ ಮಗನು ಪಠಿಸಬಾರದು ಎಂದು ಕಟ್ಟಾಜ್ಞೆ ವಿಧಿಸಿದ್ದರೂ, ಪುಸ್ತಕಗಳ ಸಹಾಯ ಪಡೆಯದೇನೇ ಪಾಸ್ಕಲನು ಮಸಿಯನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಹರಕು ಓಡುಗಳ ಮೇಲೆ, ಹಲಗೆಗಳ ಮೇಲೆ, ಕ್ಷೇತ್ರ ಮಿತಿಯ ಆಕೃತಿಗಳನ್ನು ಬರೆದು ಅವುಗಳ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ತನ್ನಷ್ಟಕ್ಕೇ ತಿಳಿದುಕೊಂಡನು. ತ್ರಿಭುಜಗಳ ರಚನೆ, ವೃತ್ತಗಳ ರಚನೆ ಮೊದಲಾದುವುಗಳ ಪರಿಚಯವನ್ನು ಕೇವಲ ಬಾಲ್ಯದಲ್ಲೇ ಪ್ರತಿಭಾನದಿಂದಲೆಂಬಂತೆ (Intuition) ಅರಿತುಕೊಂಡ ಬಾಲಕ ಪಾಸ್ಕಲನು ಹನ್ನೊಂದು ವಸಂತಗಳನ್ನು ದಾಟು

ವಷ್ಟರಲ್ಲಿ ಚಿಕ್ಕ ವಸ್ತುವೊಂದರ ಹಾಳೆಗಳಲ್ಲಿ ತಾನು ತಿಳಿದು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದುದನ್ನೆಲ್ಲಾ ಬರೆದಿಟ್ಟನು. ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಹೆದರಿಕೆಯಿಂದ ಇದನ್ನು ಗೋಪ್ಯವಾಗಿಯೂ ಇಟ್ಟಿದ್ದನು. ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿಯೇ ಈತನು ಕೆಲವು ಸ್ವಯಂವೇದ್ಯಗಳನ್ನು (Axiom) ತನ್ನ ವಿಚಾರ ವಿಮರ್ಶೆಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸಿದ್ದನು. ಇವುಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇರೆಗೆ, ಯೂಕ್ಲಿಡನ 32 ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳನ್ನು ಈತನು ಯಾವ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಸಹಾಯ ವಿಲ್ಲದೇನೇ ಬಾಲ್ಯದಲ್ಲೇ ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಲು ಸಮರ್ಥನಾದನು. ಪುಸ್ತಕಗಳ ಪರಿಚಯವಿಲ್ಲದ ಈತನ ಪರಿಭಾಷೆಯಾದರೋ ಹೊಸತೇ ಆಗಿತ್ತು. ಅಂತೂ ತನಗಿಂತ ಬಹಳ ಹಿಂದೆಯೇ ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳನ್ನು ಯೂಕ್ಲಿಡನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದ್ದನೆಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿದ 11–12 ವರ್ಷದ ಬಾಲಕನಿಗೆ ಅತಿ ಬೇಸರವಾಯಿತು. ಅಷ್ಟರಲ್ಲಿ ತಂದೆಗೂ ಇವನ ಆಸಕ್ತಿಯು ಇಂಥದೇ ಎಂದು ತಿಳಿದುಬಂದು, ಆತನು ತನ್ನ ಎಲ್ಲಾ ಪುಸ್ತಕ ಗಳನ್ನು ತನ್ನ ಮಗನಿಗೆ ಒದಗಿಸಿದನು. ಇವೆಲ್ಲವನ್ನೂ ಪಠಿಸಿ, ಹದಿನಾರು ಸಂವತ್ಸರಗಳನ್ನು ದಾಟು ವಷ್ಟರಲ್ಲಿ ಪಾಸ್ಕಲನು ಶಂಕುವಿನ ವಿವಿಧ ಸೀಳುಗಳನ್ನು (Conic Sections) ಕುರಿತ ಪ್ರೌಢ ಶಾಸ್ತ್ರಾಭ್ಯಾಸವನ್ನು ನಡೆಸಿ, ತತ್ಸಂಬಂಧವಾದ ಗ್ರಂಥವೊಂದನ್ನೂ ರಚಿಸಿ ಡೆಕಾರ್ಟೆಯಿಂದಲೂ ಪ್ರಶಂಸೆ ಪಡೆದನು.

ಅಷ್ಟರಲ್ಲೇ ಪಾಸ್ಕಲನು ಗಣಿತದ ಸಹಾಯದಿಂದಲೇ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರವನ್ನು ಅಭ್ಯಸಿಸಲು ಯತ್ನಿಸಿದನು. ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ, ದ್ರವಗಳ ಸ್ಥಿತಿ ಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ, ಈತನ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಅಪೂರ್ವವಾಗಿದೆ. ಚಿಕ್ಕ ಪ್ರಾಯ ದಲ್ಲೇ, ಕ್ರಿ. ಶ. 1662ರಲ್ಲಿ ಈತನು ಮಡಿದರೂ ಈತನ ವಿಚಾರಧಾರೆಯು ಯಾವನನ್ನೂ ಇಂದಿಗೂ ಬೆರಗುಗೊಳಿಸುವುದು. ಈತನ ಮರಣಾನಂತರವೇ ಅವನು ತನ್ನ 28ನೆ ವಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಕ್ರೋಢೀಕರಿಸಿದ್ದ 'ದ್ರವಗಳ ಸಮತೋಲ' (Equilibrium of Fluids) ಎಂಬ ಪುಸ್ತಕವು ಬೆಳಕು ಕಂಡಿತು. ಅವರಲ್ಲಿನ ಕೆಲವು ಪ್ರಮೇಯಗಳೋ ಹಿಂದೆ, ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ್ದ ದ್ರವಸಂಬಂಧವಾದ ಪ್ರಮೇಯಗಳಷ್ಟೇ ಹಿರಿದಾಗಿವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ: "ದ್ರವದ ಮೇಲೆ ಎಲ್ಲಿಯೇ ಇರಲಿ, ಹೇಗೂ ಇರಲಿ, ಪ್ರಯೋಗಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಒತ್ತಡವು (ಒಟ್ಟು ಪೀಡನೆ ÷ ಪೀಡನೆ ಹೇರಿದ ಕ್ಷೇತ್ರಭಾಗ) ಎಲ್ಲಾ ದಿಕ್ಕುಗಳಿಗೂ, ಪಾತ್ರೆಯ ಗೋಡೆಗಳಿಗೆ ಲಂಬವಾಗಿ, ಅಂತೆಯೇ ವಹಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಇದು ಸಮಸ್ತ ದ್ರವಗಳ ಧರ್ಮ ವಾಗಿದೆ."

ಚಿತ್ರ 13ನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ. ಇದರಲ್ಲಿನ ಪಾತ್ರೆಯ ಆವರಣದ ಸುತ್ತಲೂ ಅಲ್ಲಲ್ಲಿ ಏಕಪ್ರಕಾರದ ಸೀಳುಳ್ಳ ಬೆಣೆಗಳಿಂದ ಮುಚ್ಚಲಾದ ಮುಚ್ಚಳಗಳು ಇವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲೆಲ್ಲೂ ನೀರು ಸೋರಲು ಅವಕಾಶಗಳಿಲ್ಲ. ಒಂದು ಬೆಣೆಯನ್ನು ಹೊರಗಿನಿಂದ 100 ಗ್ರ್ಯಾಮ್ ಭಾರದ ಪೀಡನೆಯಿಂದ ತಳ್ಳು ತ್ತೇವೆ ಎನ್ನಿರಿ. ಆಗ ಸೀಳುಗಳು ಸಮನಾಗಿರುವ ನಿಮಿತ್ತ ಪ್ರತಿ ಬೆಣೆಯೂ, ನೀರಿನ ಸುತ್ತಲೂ, ಎಲ್ಲಾ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲೂ, ಆ ಬೆಣೆಗಳನ್ನು ಹೊರಕ್ಕೆ ಅಮುಕುವದರಿಂದ, ಹೊರಕ್ಕೆ ತಳ್ಳಲ್ಪಡಬಹುದು; ಇದನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಲು, ಪ್ರತಿ ಬೆಣೆಯ ಮೇಲೆ 100 ಗ್ರ್ಯಾಂ ಭಾರದ ಬಲವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಬೇಕು. ಎಲ್ಲಾದರೂ ಒಂದು ಬೆಣೆಯ ಸೀಳು ಮೊದಲಿನ ಬೆಣೆಯ ಐದು ಪಾಲು ಇದ್ದರೆ – ಆಗ ನೀರು ಆ ಬೆಣೆಯನ್ನು 100 × 5 ಗ್ರ್ಯಾಂ ಭಾರದ ಪೀಡನೆಯಿಂದ ತಳ್ಳುವುದು; ಒಟ್ಟು ಪೀಡನೆ 500 ಗ್ರ್ಯಾಂ ಭಾರವಾದ ನಿಮಿತ್ತ ತಳ್ಳುವಿಕೆ ಇಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಎನ್ನಬಾರದು; ಬದಲು ಪ್ರತಿ ಚದರಮಾನ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದಲ್ಲೂ ಏಕ ಪ್ರಕಾರದ ತಳ್ಳುವಿಕೆಯ ಬಲವೇ – ಒತ್ತಡವೇ – ಪ್ರದರ್ಶಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಗಮನಿಸ ತಕ್ಕದ್ದು. ಈ ವಿಚಾರದಿಂದಲಂತೂ ಒಂದು ನೂತನ ವಿಚಾರವು ತಿಳಿದುಬರುತ್ತದೆ. ದ್ರವದ ಒಂದೆಡೆ ಒಂದಷ್ಟನ್ನು ಭಾರವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದ ಮಾತ್ರಕ್ಕೆ ಇದರ ಹತ್ತು ಪಾಲು, ನೂರು ಪಾಲು, ಇಲ್ಲವೆ, ಮಿಲಿಯ ಪಾಲು ಬಲವನೂ ನಾವು ನೀರಿನ ಅಮುಕಾಟದ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ಪಡೆಯಬಲ್ಲೆವು. ಈ



ಚಿತ್ರ 13: ದ್ರವಗಳಲ್ಲಿನ ಸರ್ವತೋಮುಖ ಒತ್ತಡ.

ತತ್ವವನ್ನೇ ಇಂದಿನ ದ್ರವಗಳ ಒತ್ತಡದ ಪೀಡನೆಯ ಯಂತ್ರಗಳು (hydraulic presses) ಮತ್ತು ಉದ್ವಾಹಕಗಳು (elevators) ಅವಲಂಬಿಸಿವೆ.

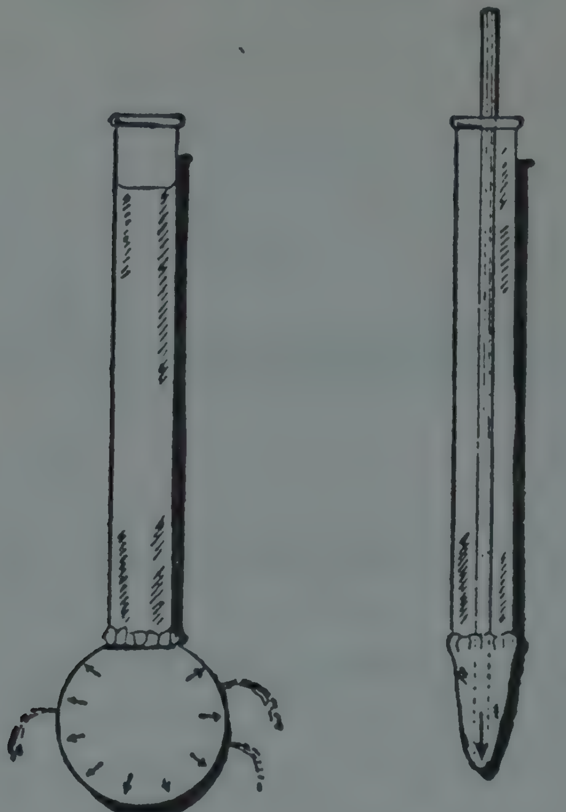
ಹೀಗೆ ಪಾಸ್ಕಲನ ಪುಸ್ತಕವು ದ್ರವಗಳ ಸ್ಥಿತಿ ಮತ್ತು ಸಮತೋಲದಿಂದೊದಗುವ ಒತ್ತಡಗಳನ್ನು ವಿಮರ್ಶಿಸುವುದು ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ದ್ರವಚಲನಶಾಸ್ತ್ರದ ವಿವಿಧ ಕ್ರಮಗಳನ್ನೂ ಉಲ್ಲೇಖಿಸುತ್ತದೆ. ದ್ರವಗಳ ವಿಚಾರ ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಅನಿಲಗಳ ಗುಣಧರ್ಮಗಳ ಉಲ್ಲೇಖವನ್ನೂ ಈ ಗ್ರಂಥದಲ್ಲಿ ನಾವು ಕಾಣುತ್ತೇವೆ. ಇಟೆಲಿಯ ಟೊರಿಸೆಲ್ಲಿ ವಾಯುಭಾರಮಾಪಕದ ಮೊದಲ ನಿರ್ಮಾತೃವೆನಿಸಿದರೆ, ಅದನ್ನು ವಿಶೇಷ ಬಳಕೆಗೆ ತಂದವನು ಪಾಸ್ಕಲನೇ ಎಂಬುದನ್ನು ಮರೆಯಬಾರದು.

ಅಂತೂ ಪಾಸ್ಕಲನ ಪುಸ್ತಕಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿದ ದ್ರವಾನಿಲಗಳ ಧರ್ಮಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದುವು ಈ ಕೆಳಗಿನವುಗಳಾಗಿರುತ್ತವೆ: ದ್ರವಗಳ ಸಮತೋಲಸ್ಥಿತಿ, ಅವುಗಳ ಮೇಲೆ ಒತ್ತಡ, ಪ್ಲಾವನ ಇತ್ಯಾದಿ. ದ್ರವ ಮತ್ತು ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತುಗಳ ಪರಸ್ಪರ ಸಮತೋಲಸ್ಥಿತಿ, ಸುತ್ತಲೂ ಆವರಿಸಿದ ದ್ರವಗಳ ಕಾರಣದಿಂದ ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತುಗಳ ಮೇಲಣ ಅಮುಕಾಟ......ಇತ್ಯಾದಿ. ಹಾಗೆಯೇ ಗಾಳಿಯ ತೂಕ, ಭಾರಗಳ ನಿರ್ಣಯದ ಗ್ರಂಥದಲ್ಲಿ ಈತನು ಭಾರಮಾಪಕ, ವಾಯುವಿನ ಒತ್ತಡ, ಶೋಷಕ, ರೇಚಕಯಂತ್ರಗಳು (ಪಂಪು, pump) ಇವೆಲ್ಲವನ್ನೂ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿದ್ದಾನೆ.

ಪಾಸ್ಕಲನು ನಿಸರ್ಗಜೀವಿ, ನಿಸರ್ಗದ ಸತ್ಯಾನ್ವೇಷಕರಲ್ಲಿ ಹಿರಿಯ ಜೀವ ಆತನದು; ಆದರೇನು? ಕಿರಿಯ ವಯಸ್ಸಿನಲ್ಲೇ ತನ್ನ 39ನೇ ವಯಸ್ಸಿನಲ್ಲೇ, ಅಂದರೆ 19, ಅಗೋಸ್ಟ್ 1662ರಲ್ಲಿ ಈತನು ತೀರಿಕೊಂಡನು. ಈತನ ಮರಣದಿಂದ ವಿಜ್ಞಾನಲೋಕವು ತುಂಬ ಬಡವಾಯಿತು.

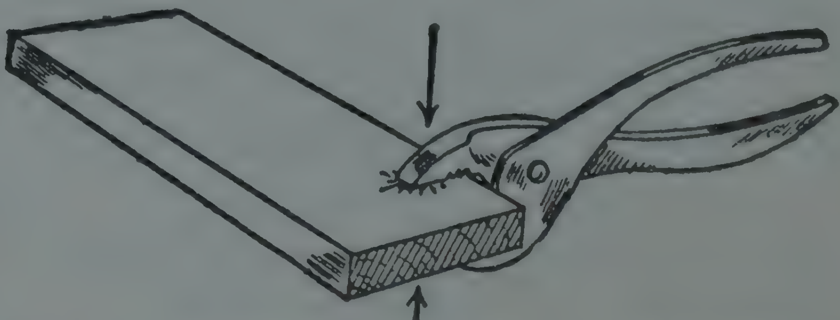
ದ್ರವಗಳ ಲಕ್ಷಣಗಳು ದ್ರವಗಳು ತಮ್ಮ ಮೇಲೆ ಹೇರಲಾದ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಹಾಗೆಯೇ ಸುತ್ತಲೂ ದಾಟಿಸುತ್ತವೆ ಎಂಬುದರ ಸಾಕ್ಷ್ಯವನ್ನು ಚಿತ್ರ 14ರಲ್ಲಿ ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಗಾಜಿನ ನಳಿಗೆಯ ಕೆಳಗೆ ಸಚ್ಛಿದ್ರ ರಬ್ಬರಿನ ಗುಳ್ಳೆಯೊಂದನ್ನು ಆನಿಸಿ ಇದರಲ್ಲಿ ನೀರನ್ನು ತುಂಬಿದಾಗ ಸುತ್ತಲೂ ಇದು ನೀರಿನಿಂದ ಉಬ್ಬುವುದು – ಅಂದರೆ, ನೀರು ಎಲ್ಲೆಡೆಯೂ ಈ ರಬ್ಬರನ್ನು ಅಲ್ಲಲ್ಲಿಗೆ ಲಂಬವಾಗಿ

ಒತ್ತುವುದು. ಇನ್ನು ಛಿದ್ರಗಳ ಮೂಲಕ ನೀರು ಹೊರಗೆ ದುಮುಕುವುದು. ಇಂಥ ಹಾರಾಟವಾದರೋ ಸುತ್ತಲೂ ಏಕಪ್ರಕಾರವಾಗಿದೆಯೇ ವಿನಾ, ಒಂದೆಡೆ ಕಮ್ಮಿ, ಇನ್ನೊಂದೆಡೆ ಹೆಚ್ಚು ಎಂಬ ಅಂತರಗಳೇನೂ ಕಂಡುಬರುವುದಿಲ್ಲ. ಅಲ್ಲದೆ, ಇಂಥ ನೀರಿನ ಹಾರುವಿಕೆಯು ಅಲ್ಲಲ್ಲಿ ರಬ್ಬರಿಗೆ ಲಂಬವಾದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲೇ ಇದ್ದು, ದ್ರವದ ಒತ್ತಡವು ತಾನು ಒತ್ತುವ ತಲಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿಯೇ ಇದೆ ಎನ್ನುವುದೂ ಸಿದ್ಧವಾಗುತ್ತದೆ.



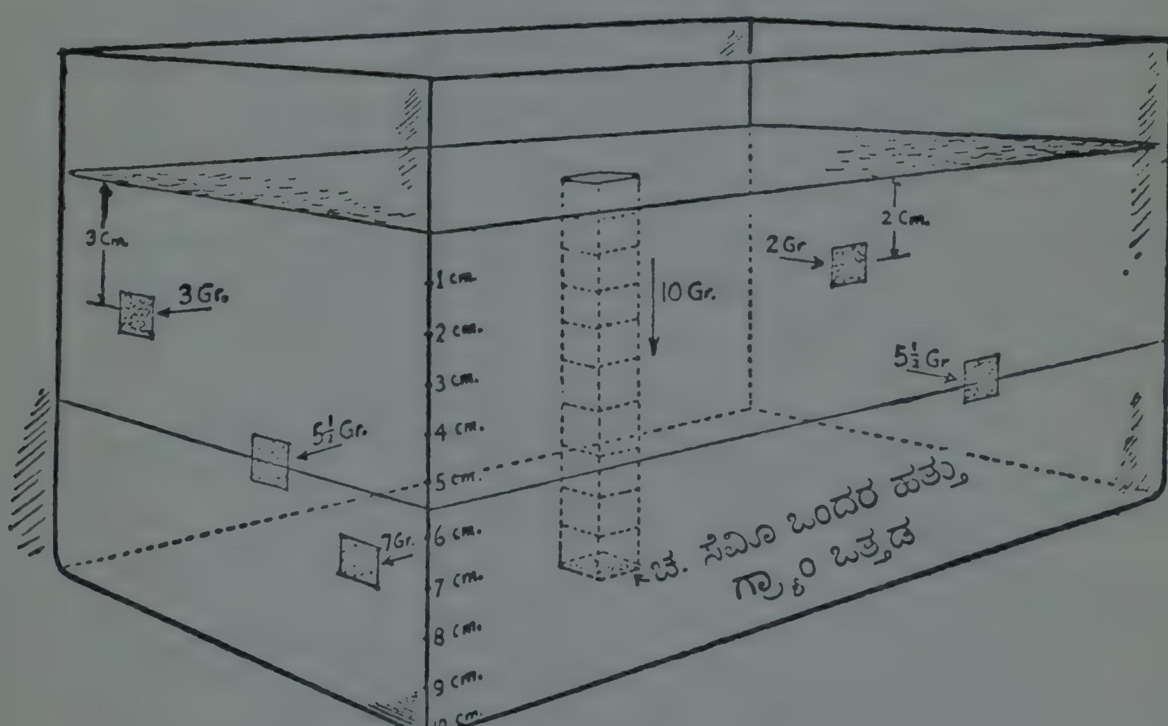
ಚಿತ್ರ 14: ಪಾಸ್ಕಲನ ಒತ್ತಡದ ನಿಯಮ

ದ್ರವಕ್ಕೂ ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತುವಿಗೂ ಇರುವ ಅಂತರಗಳೇನು? ಇದಕ್ಕೆ ಉತ್ತರವನ್ನು ಚಿತ್ರ 15 ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರಲ್ಲಿನ ಮರದ ಹಲಗೆಯೊಂದು (12 ಇಂಚು $\times$ 4 ಇಂಚು $\times$ 2 ಇಂಚು). ಒಂದೆಡೆ ಪ್ಲೈಯರುಗಳಿಂದ ಬಲವಾಗಿ ಅದುಮಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ಈ ಪೀಡನೆಯಾದರೋ ಎಷ್ಟು ಅಧಿಕವಿದ್ದರೂ ಇತರ ದಿಕ್ಕುಗಳಿಗೆಲ್ಲಾ ಹರಡುವುದಿಲ್ಲ, ಬದಲಾಗಿ, ಅಲ್ಲೇ ಅಷ್ಟೇ ಭಾಗದಲ್ಲಿ, ಹಲಗೆಯು ಸಂಕೋಚಗೊಂಡು ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ತುಂಡಾಗಲೂಬಹುದು. ಅಂದರೆ, ಹಲಗೆಯಲ್ಲಿನ ಪದಾರ್ಥವು ಒತ್ತಡವನ್ನು ವ್ಯಾಪಿಸಲು ಬಿಡುವುದಿಲ್ಲ ಸುತ್ತಲೂ ಹರಡಲೂ ಬಿಡುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ, ಬಲಪ್ರಯೋಗದ ದೆಸೆಯಿಂದ ಒತ್ತಡವು ದ್ರವದ ಮೂಲಕ ಸುತ್ತಲೂ ಹಬ್ಬುವುದು ಎಲ್ಲಾ ದ್ರವಗಳ ಸಾಮಾನ್ಯ ಧರ್ಮವಾಗಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 15: ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಒಮ್ಮುಖಬಲದ ಪರಿಣಾಮ.

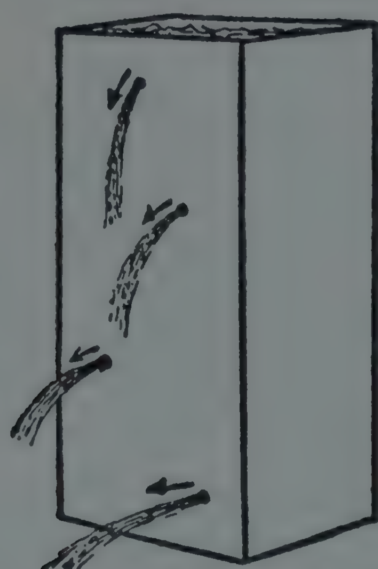
ದ್ರವಗಳಿಗೂ ಭಾರವಿದೆಯಷ್ಟೆ. ಈ ಭಾರದ ದೆಸೆಯಿಂದಲಾದರೂ ಇವು ಪೀಡನೆಯನ್ನು ತೋರಲೇಬೇಕು. ತಾನು ಒತ್ತುವ, ತನ್ನೊಡನೆ ಸಂಪರ್ಕವಿರುವ ಫಲಕಗಳ ಮೇಲೆ, ಇದು ತಕ್ಕಷ್ಟು ಪೀಡನೆಯನ್ನು ತೋರುತ್ತವೆ. ದ್ರವರಾಶಿಯೊಳಗೆ ಆಳಕ್ಕೆ ಇಳಿದಂತೆ ಒತ್ತುವ ದ್ರವದ ಭಾರವೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ, ಒತ್ತಡವೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ ಎಂಬುದು ಸುಲಭವಾಗಿ ಅನುಮಾನಿಸಲ್ಪಡುವ ವಿಚಾರ. ಡಾಕ್ಟರ್ ವಿಲಿಯಮ್ ಬೀಬ್–ಇವರು ಮೊದಲು ನಿರ್ಮಿಸಿದ ಮುಳುಗುಗೋಲ (Bathysphere) ದ ಸುತ್ತಲಿನ ಲೋಹದ ಕವಚವೆಷ್ಟು ದಪ್ಪನಾಗಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿದರೆ, ಇಷ್ಟು ದಪ್ಪನಾದ ಗೋಡೆಗಳಿದ್ದರೇನೇ ಆಳವಾದ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಲಿನ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಎದುರಿಸಬಹುದು ಎಂಬುದು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ. ಸಮುದ್ರದ ನೀರಿನೊಳಗೆ ಅರ್ಧ ಮೈಲು ಇಳಿಯುವಷ್ಟರಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿ ಚದರ ಇಂಚಿನ ಮೇಲೆ ಒಂದು ಟನ್ ಭಾರದ ಒತ್ತಡವು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಹಾಗಾದರೆ 5 ಮೈಲು ಕೆಳಕ್ಕೆ ಇಳಿದಾಗ ಒತ್ತಡವು ಇದರ ಹತ್ತು ಪಾಲು ಇರಬೇಡವೆ? ಗೋಡೆಗಳು ಅವಶ್ಯವಾಗಿಯೂ ದಪ್ಪನಾಗಿದ್ದು ಇಂಥ ಅಪಾರ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಸಹಿಸಲು ಶಕ್ತವಾಗಿರಬೇಕು. ಆಳದ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ವಾಸಿಸುವ ಮೀನುಗಳನ್ನು ಒಂದೊಮ್ಮೆಗೇ ಮೇಲಕ್ಕೆ ತಂದರೆ, ಅವುಗಳ ದೇಹದ ಒಳಭಾಗದಲ್ಲಿನ ಒತ್ತಡವು ಅಪಾರವಿರುವ ನಿಮಿತ್ತ ಇವು ಮೈಯೊಡೆದು ಸೀಳಾಗುವ ನಿದರ್ಶನಗಳನ್ನು ಕಾಣುತ್ತೇವೆ.



ಚಿತ್ರ 16: ಆಳವನ್ನು ಹೊಂದಿ ದ್ರವದ ಒತ್ತಡ.

ಚಿತ್ರ 16ರನ್ನು ನೋಡಿರಿ. ಈ ತೊಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ (tank) 10 ಸೆ.ಮೀ. ಆಳಕ್ಕೆ ಶುದ್ಧ ನೀರಿದೆ ಎಂದಿಟ್ಟುಕೊಂಡರೆ, ತೊಟ್ಟಿಯ ತಳದ ಮೇಲೆ ಪ್ರತಿ ಚದರ ಸೆ.ಮೀ.ಯ ಮೇಲೆ 10 ಗ್ರ್ಯಾಂ ಭಾರದಷ್ಟರ ಒತ್ತಡವಿರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ ತಳದ ಚದರ ಸೆ.ಮೀ. ಭಾಗದ ಮೇಲೆ 10 ಸೆ. ಮೀ. ಎತ್ತರದ ದ್ರವಕಾಂಡವು (ಸ್ತಂಭವು– Cylindrical column) ತನ್ನ ಭಾರದಿಂದ ಈ ಚದರ ಸೆ.ಮೀ. ಭಾಗವನ್ನು ಒತ್ತುತ್ತದೆ. ಇದೇ ತತ್ತ್ವಾನುಸಾರವಾಗಿ 3 ಸೆ.ಮೀ.ನಷ್ಟು ಆಳದಲ್ಲಿ ಚದರ ಸೆ.ಮೀ. ಒಂದರ ಮೇಲಣಒತ್ತಡವು 3 ಗ್ರ್ಯಾಂ ಭಾರವಾಗುತ್ತದೆ. 7 ಸೆ.ಮೀ. ಆಳದಲ್ಲಿ 7 ಗ್ರ್ಯಾಂ ಭಾರವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಕೆಳತಳದ ವಿಚಾರವಾದರೆ, ದ್ರವದ ಯಾವ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲೂ ಒತ್ತಡವು ಸರ್ವತೋಮುಖವಾಗಿರುವ ನಿಮಿತ್ತ, ತೊಟ್ಟಿಯ ಸುತ್ತಲಿನ ಗೋಡೆಗಳ ಮೇಲೆಯೂ ಒತ್ತಡವನ್ನು

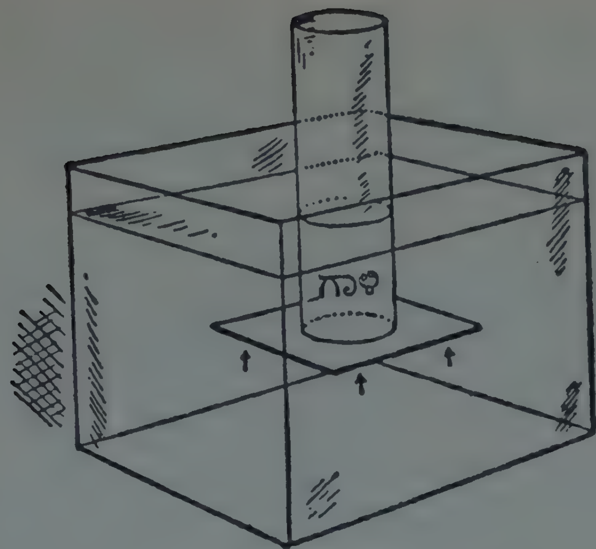
ನಿಶ್ಚಯಿಸಬಹುದು. 3 ಸೆ.ಮೀ. ಆಳದಲ್ಲಿ ತಳಕ್ಕೆ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿ ಎಷ್ಟು ಒತ್ತಡವಿದೆಯೋ ಅಷ್ಟೇ ಒತ್ತಡವು ಸುತ್ತಲಿನ ಗೋಡೆಯ ಮೇಲೆಯೂ ಇರುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆಂದ ಬಳಿಕ, ಸುತ್ತಲಿನ ಗೋಡೆಯ ಮೇಲೆ 3 ಸೆ.ಮೀ. ಆಳದಲ್ಲಿ 3 ಗ್ರ್ಯಾಂ ಭಾರ ಒತ್ತಡವೂ, 5 ಸೆ.ಮೀ. ಆಳದಲ್ಲಿ 5 ಗ್ರ್ಯಾಂ ಭಾರದ ಒತ್ತಡವೂ, 7 ಸೆ.ಮೀ. ಆಳದಲ್ಲಿ 7 ಗ್ರ್ಯಾಂ ಭಾರ ಒತ್ತಡವೂ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಈ ಒತ್ತಡವಾದರೋ ಆಯಾಯ ತಲಕ್ಕೆ ಅಲ್ಲಲ್ಲೇ ಲಂಬವಾಗಿಯೂ ಇರುತ್ತದೆ. ಹೀಗಿರುವ ನಿಮಿತ್ತದಿಂದಲೇ ತೊಟ್ಟಿಯ ಗೋಡೆಯ ಮೇಲೆ ಬಿರುಕುಗಳನ್ನು – ಚಿಕ್ಕ ಸಂದುಗಳನ್ನು – ಒದಗಿಸಿಕೊಂಡಲ್ಲಿ, ಅವುಗಳ ಮೂಲಕ ಹೆಚ್ಚು, ಕಮ್ಮಿ ಒತ್ತಡದಿಂದಲೆಂಬಂತೆ ನೀರು ಹೊರಕ್ಕೆ ದುಮುಕುವುದು. ಕಮ್ಮಿ ಒತ್ತಡವಿರುವಲೆಲ್ಲಾ ಕಮ್ಮಿ ವೇಗದಿಂದಲೇ ಹೊರಕ್ಕೆ ನೀರು ಹಾರುತ್ತದೆ; ಹೆಚ್ಚು ಒತ್ತಡವಿರುವಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ವೇಗದಿಂದ ನೀರು ಹೊರಕ್ಕೆ ಹಾರುತ್ತದೆ. ತೊಟ್ಟಿಯ ಅತ್ಯಂತ ಕೆಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ಒತ್ತಡವು ಅತ್ಯಧಿಕವಿರುವ ನಿಮಿತ್ತ, ಹೊರ ಹೊಮ್ಮುವ ನೀರಿನ ವೇಗವೂ ಅತ್ಯಧಿಕವೇ ಎಂದು ಬೇರೆ ಹೇಳುವ ಅವಶ್ಯವಿಲ್ಲ. ಇದನ್ನು ಚಿತ್ರ 17 ರಲ್ಲಿ ಗಮನಿಸಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ 17: ಆಳವನ್ನು ಹೊಂದಿಯೇ ದ್ರವದ ಒತ್ತಡ

ಒಂದು ಪೆನ್ನಿಯು 2[1] ರಾತ್ಲು ಇರಬಹುದೇ? ದ್ರವಗಳು ಸರ್ವತೋಮುಖವಾದ ಒತ್ತಡವನ್ನು ತೋರುವುವು ಎಂದೆವಲ್ಲವೆ? ಹೀಗೆಂದಬಳಿಕ, ಇವು ನೆಟ್ಟಗೆ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಕೂಡ, ಇಂಥ ಒತ್ತಡವನ್ನು ತೋರುವುವೆ? ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆಯು ಸಹಜವಾಗಿ ಉದಿಸುತ್ತವೆ. ಕೆಳಮುಖವಾದ ಒತ್ತಡವು ಇದ್ದೇ ಇರುತ್ತದೆ, ದ್ರವವು ಸಮತೋಲದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ ಎಂದಬಳಿಕ ಕೆಳಮುಖವಾದ ಒತ್ತಡದಷ್ಟೇ ಮೇಲ್ಮುಖವಾದ ಒತ್ತಡವೂ ಇರಬೇಕು ಎಂಬುದು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುವುದಿಲ್ಲವೆ?

ಚಿತ್ರ 18ರಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಲಾದ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಈ ವಿಚಾರವನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟೀಕರಿಸಬಹುದು! ಟಾಂಕಿಯೊಳಗೆ ದ್ರವವಿದೆ. ಈ ನೀರಿನೊಳಗೆ ಟೊಳ್ಳು ನಳಿಗೆಯೊಂದನ್ನು ತಳ್ಳಿ ಹಿಡಿದು, ಅದರ ಕೆಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ಒಂದು ತೆಳ್ಳನಾದ ರಟ್ಟಿನ ತುಂಡೊಂದನ್ನು ಅಂಟಿಸಿ ಹಿಡಿಯಿರಿ. ಈ ರಟ್ಟು ಬಹಳ ಭಾರವಿಲ್ಲದೆ ಹೋದರೆ, ಖಂಡಿತಕ್ಕೂ ಕೆಳಗೆ ಬೀಳುವುದಿಲ್ಲ. ದ್ರವದ ಮೇಲ್ಮುಖವಾದ ಒತ್ತಡವು ಇದನ್ನು ಮೇಲಕ್ಕೆ ಆಧರಿಸಿ ಹಿಡಿಯುತ್ತದೆ. ಈ ನಳಿಗೆಯೊಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ಹೊರಗಿದ್ದಷ್ಟೇ ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ನೀರನ್ನು ಹಾಕಿದರೂ ರಟ್ಟು ಕೆಳಗೆ ಬೀಳುವುದಿಲ್ಲ. ಹೊರಮಟ್ಟದಿಂದ ಹೆಚ್ಚು ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ಒಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ನೀರು ನಿಂತಾಗ ಮಾತ್ರ, ಇದು ಕದಲುವುದು. ಒಳಹೊರ ಮಟ್ಟಗಳು ಒಂದೇ ಆದಾಗ, ಆ ಫಲಕದ ಮೇಲೆ

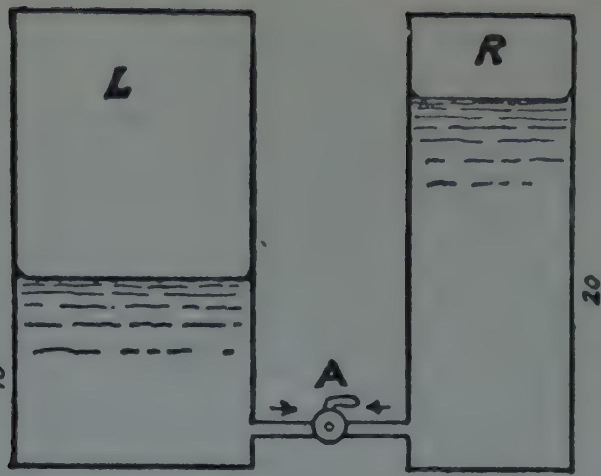


ಚಿತ್ರ 18: ದ್ರವಗಳ ಸರ್ವತೋಮುಖ ಒತ್ತಡ.

ಕೆಳಮುಖವಾದ, ಮೇಲ್ಮುಖವಾದ ಒತ್ತಡಗಳು ಸಮಾನಗಳೇ. ಹೀಗಿಲ್ಲದೆ ಹೋದರೆ, ನೀರಿನಡಿಯಿಂದ ಚಿಕ್ಕ ಪುಟ್ಟ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು – ಪೈಸೆ, ಪೆನ್ನಿಗಳಂಥ ನಾಣ್ಯಗಳನ್ನು ಹೆಕ್ಕುವುದು ದುಸ್ತರವಾಗುತ್ತಲಿತ್ತು. ದ್ರವಗಳಲ್ಲಿ ಕೇವಲ ಕೆಳಮುಖವಾದ ಒತ್ತಡವು ಮಾತ್ರವಿರುತ್ತಿದ್ದರೆ, ಹತ್ತು, ಹನ್ನೆರಡು ಅಡಿ ಆಳದ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಬಿದ್ದಿದ್ದ ಚಿಕ್ಕ ನಾಣ್ಯದ ಮೇಲಿನ ಒತ್ತಡವು ಸಂಮಾರು 2.5 ರಾತ್ತಲ್ಲ. ಭಾರವಿದ್ದು ಎಂದರೆ, ಸುಮಾರು 5 ರಾತ್ತಲ್ಲ ಭಾರ ಪ್ರತಿ ಚದರ ಇಂಚಿಗೂ ಇರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ, ಇಷ್ಟು ಚಿಕ್ಕ ನಾಣ್ಯಗಳನ್ನು ಹೆಕ್ಕಿ ಮೇಲಕ್ಕೆ ತರುವುದು ದುಸ್ತರವೇ. ಆದರೆ, ಸುದೈವದಿಂದಲೆಂಬಂತೆ, ಒತ್ತಡವು ಮೇಲಕ್ಕೂ ಕೆಳಕ್ಕೂ ಒತ್ತುತ್ತಲಿರುವ ಕಾರಣದಿಂದ ಪೆನ್ನಿಯ ಭಾರವೇ ತಿಳಿಯದಷ್ಟು ಹಗುರವಾಗಿ ಅದು ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಪೆನ್ನಿಯ ಮೇಲೂ ನಿಮ್ಮಳ ಮೇಲೊತ್ತಡವೊಂದು ದ್ರವಪೀಡನೆಯ ಕಾರಣದಿಂದ ಕಂಡುಬರುತ್ತ, ಅದರ ಭಾರವೇ ಕಮ್ಮಿಯಾದಂತೆ ಭಾಸವಾಗುವುದು.

ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟು ಪೀಡನೆ ಮತ್ತು ಒತ್ತಡಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನೂ ಸ್ಪಷ್ಟಗೊಳಿಸತಕ್ಕದ್ದು. ಒತ್ತಡವು ತಾನು ಒಟ್ಟು ಪೀಡನೆಯು ಪ್ರತಿ ಚದರಮಾನವಿಸ್ತೀರ್ಣದ ಮೇಲೆ ಹೇಗೆ ಹಂಚಿಹೋಗಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಆಧರಿಸಿದೆ. ಒಟ್ಟು ಪೀಡನೆ ÷ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ = ಪೀಡನೆ; ಈ ಪೀಡನೆಯಾಗಲಿ, ಒತ್ತಡವಾಗಲಿ ತಳದ ಮೈಯ ಮೇಲೆ ಲಂಬವಾಗಿಯೇ ಒತ್ತುತ್ತಲಿದ್ದು ಎಲ್ಲೆಡೆಯ ಒಟ್ಟು ಬಲವನ್ನು ವಿಸ್ತೀರ್ಣದಿಂದ ಭಾಗಿಸಿದರೆ ಒತ್ತಡವು ಸಿಗುತ್ತದೆ.

ನೀರು ತನ್ನ ತಲವನ್ನು ತಾನೇ ನಿಶ್ಚಯಿಸುವುದು ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ತುಂಬಾ ದ್ರವವಿದೆ, ಪಾತ್ರೆಯ ತಳದ ಮೇಲೆ ಎಷ್ಟರ ಒತ್ತಡವಿದೆ; ಎಷ್ಟರ ಪೀಡನೆ ಇದೆ? ಇದು ದ್ರವದ ಎತ್ತರವನ್ನೂ, ಎನ್ನಿರಿ. ದ್ರವದ ಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನೂ ಹೊಂದಿರುವುದು. ಒತ್ತಡವನ್ನು ನಿಶ್ಚಯಿಸಿದರೆ, ಅದು ಸಮನಾಗಿ (ಏಕಪ್ರಕಾರವಾಗಿ) ಹಂಚಿರುವ ಫಲಕದ–ತಳದ–ವಿಸ್ತೀರ್ಣದಿಂದ ಗುಣಿಸಿದರೆ, ತಲದ ಮೇಲಣ ಒಟ್ಟು ಪೀಡನೆ ಲಭಿಸುವುದು. ಹಿಂದಿನ ಪ್ರಸ್ತಾಪದಲ್ಲಿ ದ್ರವಕಾಂಡದ ತಲದ ಸಲೆಯು ಒಂದು ಚದರ ಸೆ.ಮಿೂ. ಇರುವ ಬದಲು, 200 ಚ. ಸೆ.ಮಿೂ. ಇದ್ದರೆ ಮತ್ತು ನೀರಿನ ಬದಲು, ನೀರಿಗೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ 13.596 ಪಾಲು ಸಾಂದ್ರವಾಗಿರುವ ರಸವು ಈ ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿದ್ದರೆ, ಆ ತಳದ ಮೇಲಿನ ಪೀಡನೆಯು ನೀರಿನ ಪೀಡನೆಯ 13.596 ಪಾಲು ಆಗುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ $200 \times 13.596 \times 10$ ಗ್ರ್ಯಾಂ ಭಾರವಾಗುತ್ತದೆ. ದ್ರವದ ಸಾಂದ್ರತೆ D, ತಳದ ಸಲೆ A ಮತ್ತು ದ್ರವಕಾಂಡದ ಎತ್ತರ H, ಆದರೆ, ಒತ್ತಡವು H D ಗ್ರ್ಯಾಂ ಭಾರ; ಪೀಡನೆಯು H D A ಗ್ರ್ಯಾಂ ಭಾರ.



ಚಿತ್ರ 19: ದ್ರವಕಾಂಡಗಳು ತೋರುವ ಒತ್ತಡ

ಚಿತ್ರ 19ರಲ್ಲಿ L. R. ಎರಡು ತೊಟ್ಟಿಗಳು. ಇವನ್ನು ಕೆಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ಚಿಕ್ಕ ನಳಿಗೆಯ ಮೂಲಕ ಜೋಡಿಸಲಾಗಿದೆ; ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಈ ನಳಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಚಿಕ್ಕ ಕವಾಟವೊಂದಿದೆ. ಎಡ ಮಗ್ಗುಲಲ್ಲಿನ, L ತೊಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ 10 ಸೆ.ಮೀ. ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ನೀರಿದ್ದು, ಬಲಮಗ್ಗುಲಿನ R ತೊಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ 20 ಸೆ.ಮೀ. ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ನೀರಿದೆ ಎಂದು ಭಾವಿಸಿರಿ. L ನ ಘನ ಪರಿಮಾಣವೇನೋ R ನ ಘನ ಮನ ಪರಿಮಾಣಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿದೆ. ಹಾಗಿದ್ದರೂ ಕವಾಟದಮೂಲಕ R ನಿಂದ Lಗೆ ಮಾತ್ರ ನೀರು ಹರಿದು ಎರಡು ತೊಟ್ಟಿಗಳಲ್ಲೂ ಸುಮಾರು 15 ಸೆ.ಮೀ. ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ನೀರು ನಿಂತಾಗಲೇ ನೀರಿನ ಹರಿವು ನಿಲ್ಲುವುದು. ಆಗಲಾದರೋ ಎರಡೂ ತೊಟ್ಟಿಗಳಲ್ಲಿ ನೀರಿನ ಎತ್ತರವು ಒಂದೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಇದೇ ತತ್ವವನ್ನು 'ನೀರು ತನ್ನ ಮಟ್ಟವನ್ನು ತಾನೇ ಪಡೆದು ನಿಲ್ಲುತ್ತದೆ' ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. 'ನೀರು' ಎಂಬ ಶಬ್ದದಿಂದಲಾದರೋ ಇಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಾ ದ್ರವಗಳನ್ನೂ ನಾವು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಈ ಮಾತನ್ನಾಡುತ್ತೇವೆ ಎಂಬುದೂ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ. ವಿವಿಧ ಮಟ್ಟಗಳಲ್ಲಿದ್ದಾಗ, ನೀರು ಮೇಲಿನಿಂದ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಏತಕ್ಕೆ ದುಮುಕುತ್ತದೆ? ಎಂಬುದನ್ನೂ ಪರಿಶೀಲಿಸುವ Rನಲ್ಲಿ ದ್ರವದ ಒತ್ತಡವು ನಳಿಗೆಯಷ್ಟರ ಆಳದಲ್ಲಿ, ಹೆಚ್ಚು ಇದ್ದ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ಅದು R ನಲ್ಲಿಂದ ಹೊರಟು L ಗೆ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಮತ್ತು ಇಂಥ ಚಲನೆಯು L ಮತ್ತು R ಗಳೆರಡರಲ್ಲೂ ನಿಲ್ಲಬೇಕಾದರೆ ನಳಿಗೆಯ ಇಕ್ಕಡೆಯಲ್ಲೂ ದ್ರವದ ಒತ್ತಡವು ಸಮನಾಗಬೇಕು.

ನೀರಿನ ಜಾಡಿಯ ಕೆಳಗಿರುವ ಕೊಳವೆಯನ್ನು ತೆರೆದರೆ ನೀರು ರಭಸದಿಂದಲೇ ಹೊರಕ್ಕೆ ಧಾವಿಸುವುದು. ಜಾಡಿಯೇ ಅಲ್ಲದಿದ್ದರೂ ನೀರು ಸರಬರಾಯಿ ಇರುವಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಇಂಥ ಟೇಪುಗಳನ್ನು ತೆಗೆದೊಡನೆ ನೀರು ಹೊರಕ್ಕೆ ದುಮುಕುವುದು. ಇದು ಹೇಗೆ? ನ್ಯೂಯೋರ್ಕ್ ಪಟ್ಟಣದಲ್ಲಿ ನೀರನ್ನು ದೊಡ್ಡ ಕೃತಕ ಕಾಸಾರದಲ್ಲಿ ಶೇಖರಿಸಿಡಲಾಗಿದೆ. ಇದು ಪಟ್ಟಣದಿಂದ ಅತ್ಯಂತ ಎತ್ತರದಲ್ಲೂ ಇದೆ. ಇಲ್ಲಿಂದ ದೊಡ್ಡ ಗಾತ್ರದ ನಳಿಗೆಗಳ ಮೂಲಕ ನೀರು ಹೊರಗೆ ಹರಿಯುತ್ತಾ, ಈ ನಳಿಗೆಗಳು ಕವಲೊಡೆಯುತ್ತ ದೊಡ್ಡ ನಳಿಗೆಗಳ ಮೂಲಕ ನೀರು ಹೊರಕ್ಕೆ, ಕೆಳಕ್ಕೆ, ಹರಿಯುವಾಗ ಅಲ್ಲಿಯೂ ಕವಲೊಡೆವ ಚಿಕ್ಕ ನಳಿಗೆಗಳ ಮೂಲಕ ಹರಿದು ಅವನ್ನು ತುಂಬುತ್ತವೆ; ಚಿಕ್ಕ ನಳಿಗೆಗಳೆಲ್ಲವೂ ನೀರಿನಿಂದ ತುಂಬಿಯೇ ಇರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳೊಳಗೆ ನೀರಿನ ಒತ್ತಡವೂ ಧಾರಾಳವಿರುತ್ತದೆ. ನೆಲದಡಿ ಹುಗಿದಿಡಲಾದ ಈ ದೊಡ್ಡ, ಇಲ್ಲವೆ, ಚಿಕ್ಕ ಪುಟ್ಟ ನಳಿಗೆಗಳ ಮೂಲಕ ನೀರು ಧಾರಾಳ ಒತ್ತಡದಲ್ಲಿದ್ದುದರಿಂದಲೇ ಎಲ್ಲಾದರೂ ಅಲ್ಲಿ ನಳಿಗೆಗಳನ್ನು ತೆರೆದೊಡನೆ ನೀರು ಕಾಸಾರದಲ್ಲಿನ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ನೆಗೆಯಲೆತ್ನಿಸುವುದು, ಇದೇ ತತ್ವವನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿ, ಅಲ್ಲಲ್ಲಿ ನೀರನ್ನೊದಗಿಸಿಕೊಂಡು ಬೆಂಕಿಯನ್ನು ನಂದಿಸಲೂ ಯತ್ನಿಸುವುದುಂಟು.

ಹೀಗಾಗಿ, ಅಲ್ಲಲ್ಲಿ ಈ ನಳಿಗೆಯಲ್ಲಿ ನೀರನ್ನು ಒತ್ತಡದಿಂದೊದಗಿಸುವ ಸಂದುಗಳನ್ನು ಅಗ್ನಿಶಾಮಕ ಸಂದುಗಳೆನ್ನುವುದಿದೆ. ಅಂತೂ ನಳಿಗೆಗಳ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ನೀರು ತಕ್ಕಷ್ಟು ಒತ್ತಡದಿಂದಲೇ ಹರಿಯುತ್ತದೆ. ತತ್ತ್ವಶಃ, ಇದು ಎಲ್ಲೆಡೆಯಲ್ಲೂ ತನ್ನ ಹಿಂದಿನ ಮಟ್ಟಕ್ಕೇ ಹರಿಯಲು ಯತ್ನಿಸುತ್ತದೆ.

ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸ್-ಪ್ರಾಚೀನ ಯುಗದ 'ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್' ಐಸಾಕ್ ನ್ಯೂಟನ್‌ನ ಮಾತನ್ನೆತ್ತಿದರೆ ಸೇಬುಹಣ್ಣು ಜ್ಞಾಪಕಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆಯೇ ಸ್ನಾನದ ಟ್ಯಾಂಕನ್ನು ನೆನೆದಾಗ, ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸನ ಜ್ಞಾಪಕವಾಗುತ್ತದೆ. ಚುಟುಕಾಗಿ ಈ ಕಥೆಯನ್ನು ಹೀಗೆ ಹೇಳಬಹುದು. ಹಿಂದಿನ ಕಾಲದ ಗ್ರೀಕ್ ದೊರೆಯೊಬ್ಬ ಬಂಗಾರದ ಕಿರೀಟವನ್ನು ತಯಾರಿಸಲು ಹೇಳಿದ್ದನು. ಅಕ್ಕಸಾಲಿಗರು ಇಂಥದೊಂದು ಕಿರೀಟವನ್ನು ತಯಾರಿಸಿಯೂ ತಂದರು. ಇದು ಶುದ್ಧ ಬಂಗಾರವೇ? ಇಲ್ಲವೆ ಮಿಶ್ರಲೋಹವೆ? ಇದನ್ನು ತಿಳಿದು ಹೇಳು ಎಂದು ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸನಿಗೆ ಆಜ್ಞಾಪಿಸಲಾಯಿತು. ಕಿರೀಟವನ್ನು ಒಡೆಯದೇ ಇದನ್ನಾದರೂ ಹೇಳುವುದು ಹೇಗೆ? ಎಂದು ಚಿಂತಿಸುತ್ತಲಿದ್ದ ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸ್ ಸ್ನಾನಕ್ಕೆ ನೀರಿನ ತೊಟ್ಟಿಗಿಳಿದಾಗ, ನೀರು ತನ್ನನ್ನು ಹದವಾಗಿ, ಮೆದುವಾಗಿ ಮೇಲಕ್ಕೆತ್ತುತ್ತಲಿದೆ ಎಂದು ಕಂಡುಕೊಂಡನು. ಇದೇ ತತ್ವವನ್ನನುಸರಿಸಿ ಸತ್ಯವನ್ನು ಕಂಡುಕೊಂಡೇನು ಎಂದು ಅರಿತು, ಈತನು ತನ್ನ ನಗ್ನಾವಸ್ಥೆಯನ್ನೂ ಗಮನಿಸದೆ ಸಿರಕ್ಯೂಸ್‌ನ ರಸ್ತೆಗಳಲ್ಲಿ 'ಯುರೇಕಾ !' (ನಾನು ಕಂಡುಹಿಡಿದೆ !) ಎಂದೆನ್ನುತ್ತಾ ಧಾವಿಸಿದನಂತೆ. ಈ ಕಥೆಯಂತೂ ಸರ್ವಶ್ರುತವಾಗಿದೆ; ಇದು ಸತ್ಯವೂ ಇರಬಹುದು. ಆದರೂ ಪ್ರಸಿದ್ಧ ಗಣಿತಜ್ಞನಾದ ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸ್ ಸ್ಕ್ರೂ (ತಿರುಗಣೆ), ಪುಲ್ಲಿ (ಕಪ್ಪಿ, ರಾಟೆ) ಮೊದಲಾದುವುಗಳನ್ನು ಸುಲಭಯಂತ್ರಗಳಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿದವರಲ್ಲಿ ಮೊದಲಿಗನು. ಆ ಯಂತ್ರಗಳ ಶೋಧಕನೂ ಇವನೇ ಎಂದರೂ ತಪ್ಪಿಲ್ಲ. ಇನ್ನು ದ್ರವಸ್ಥಿತಿ ಶಾಸ್ತ್ರ ಮತ್ತು ಘನವಸ್ತುಗಳ ಜ್ಯಾಮಿತೀಯ ಆರಂಭ ಭಾವನೆಗಳನ್ನು ಕ್ರೋಡೀಕರಿಸಿ ಆಯಾಯ ಶಾಸ್ತ್ರಗಳ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದವನೂ ಈತನೇ. ಅಂತೂ ಈತನು ಧನಿಕನಾಗಿದ್ದಿರಲಿಲ್ಲ. ಇಂದಿನ ಪ್ರಮಿತಗಳೊಡನೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ಅಂದು ಧನಿಕನಿದ್ದರೂ ಇಂದು ಧನಿಕರಲ್ಲೊಬ್ಬನೆಂದು ಈತನನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸುವಂತಿಲ್ಲ. ಆದರೆ, ಇಂದು ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುತ್ತಲಿರುವ ಪ್ರತಿ ಸ್ಕ್ರೂವಿಗೂ ಈತನು $\frac{1}{100}$ ಸೆಂಟು ಪ್ರಕಾರ ಬಹುಮಾನ ಧನವೆಂದು ಪಡೆದರೂ, ಈತನಷ್ಟು ಧನಿಕನು ಇನ್ನ್ಯಾವನೂ ಇರಲಾರನು ಎಂಬುದು ಸ್ಪಷ್ಟ ವಿಷಯ. ಸ್ಕ್ರೂಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಕಪ್ಪಿ, ರಾಟೆ, ಅಚ್ಚುಗಾಲಿ ದೋಣಿ, ಸ್ಕ್ರೂಗಳ ತಿರುಪು ಇವೆಲ್ಲಕ್ಕೂ ಇಂಥ ಮನ್ನಣೆಯ ಮೌಲ್ಯ ಪಡೆಯಲು ಈತನು ಅರ್ಹನೇ ಆಗಿರುವನು ಎಂಬುದನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಮರೆಯಬಾರದು.

ಸಿಸಿಲಿ ದ್ವೀಪಗಳಲ್ಲಿನ ಸಿರಕ್ಯೂಸ್ ಪಟ್ಟಣದಲ್ಲಿ ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸನ ಜನ್ಮ ಸುಮಾರು ಕ್ರಿ. ಪೂ. 287ರಲ್ಲಿ. ಈತನ ತಂದೆಯೂ ಹೀರೋ ಅರಸನ ಆಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಹೆಸರಾಂತ ಖಗೋಲಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನಿದ್ದನು. ಈ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸನು ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಪಾರಂಗತನಾದನು. ಘನ ಜ್ಯಾಮಿತಿಯ (Solid Geometry) ಲ್ಲಿ ಅಪಾರ ಪರಿಣತಿಯನ್ನು ಪಡೆದ ಈತನು ಚಿಕ್ಕಂದಿನಲ್ಲೇ ಸಮತಳ, ಪರವಲಯ (parabola) ಗೋಲಗಳು, ಗೋಲಕಲ್ಪಗಳು, ಶಂಕುಜಗಳು (Conics) ಮತ್ತು ವಿವಿಧ ಆಕೃತಿಗಳ ಭ್ರಮಣದಿಂದ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ಘನಾಕೃತಿಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ವಿವರಾತ್ಮಕ ಅಧ್ಯಯನವನ್ನು ನಡೆಸಿದನು. ಈ ಶಾಸ್ತ್ರಭಾಗಗಳಾದರೋ ಈ 2,300 ವರ್ಷಗಳ ನಂತರವೂ ಅಷ್ಟೇನೂ ಸುಲಭವಾಗಿ ಅರ್ಥವಾಗುವ ವಿಷಯಗಳಲ್ಲವೆಂಬುದನ್ನು ನೆನೆದರೆ, ಈತನ ಪ್ರತಿಭೆ ಎಂಥದು ಎಂಬುದು ವೇದ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಈತನ ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ ನಾವು ಚಲನಕಲನದ–ಕಲನಶಾಸ್ತ್ರದ (calculus) ಮೂಲ ಭಾವನೆಗಳನ್ನು – ಅವುಗಳ ಸ್ಪಷ್ಟ ಕುರುಹುಗಳನ್ನು–ಕಾಣುತ್ತೇವೆ. ಮುಂದೆ 1800 ವರ್ಷಗಳ ನಂತರ ನ್ಯೂಟನ್ನನಾಗಲೀ, ಲೀಬ್ನಿಟ್ಸನಾಗಲಿ ಇವುಗಳ ಸ್ಪಷ್ಟರೂಪಗಳನ್ನು ಜಗತ್ತಿನ ಮುಂದಿಟ್ಟರು ಎಂಬುದನ್ನು

ನೆನೆದರೆ, ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸನ ಯೋಗ್ಯತೆ ಎಷ್ಟು ಎಂಬುದರ ಸ್ಥೂಲ ಪರಿಚಯವಾಗುತ್ತದೆ. 'ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸ್ ಮತ್ತು ಆತನ ಕೊಡುಗೆ' ಎಂಬ ಯೂಜಿನ್ ಸ್ಮಿತ್ ರ ಗ್ರಂಥದಲ್ಲಿ ಈ ಮಹಾ ಗಣಿತಜ್ಞನಾದರೋ ಗೆಲಿಲಿಯೋ, ಪಾಸ್ಕಲ್, ನ್ಯೂಟನ್ ಮೊದಲಾದವರೆಲ್ಲರ ಪ್ರತಿಭೆಯನ್ನು ಪಡೆದಿದ್ದನಲ್ಲದೆ, ಇವರೆಲ್ಲರಿಗೂ ಮಾರ್ಗದರ್ಶನವನ್ನೂ ಮಾಡಿದಾತನು ಎನ್ನಲಾಗಿದೆ.

ಸಮತಲ, ಗೋಲ, ಸ್ತಂಭ ಮತ್ತು ತಿರುಗಣೆಗಳ ಮೇಲೆ ಬರೆಯಲಾದ ಗ್ರಂಥಗಳೇ ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸನ ಮೊದಲ ಗ್ರಂಥಗಳು. ಸುರುಳಿ (Spiral) ಯಾಕೃತಿಯ ಜ್ಯಾಮಿತೀಯ ಪರಿಚಯವೇ, ಅದರ ಧರ್ಮಗಳ ಅಧ್ಯಯನವೇ ಸ್ಕ್ರೂವಿನ ನಿರ್ಮಾಣಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಯಿತು ಎಂದರೂ ತಪ್ಪಿಲ್ಲ. ಅಲ್ಲದೆ ಈ ಸ್ಕ್ರೂವಿನ ತತ್ವವೇ ಇಂದಿನ ಯಂತ್ರಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಕೆಲ್ಲಾ ಅಡಿಗಲ್ಲಾಗಿದೆ. ಈತನ ದೊರೆಯು ಹಡಗದಲ್ಲಿದ್ದ ನೀರನ್ನು ಮನುಷ್ಯ ಸಹಾಯವಿಲ್ಲದೇನೇ ಕೇವಲ ಯಂತ್ರಗಳ ಮೂಲಕ ಎತ್ತಬೇಕೆಂದು ಆಜ್ಞೆಯಿತ್ತನಂತೆ. ಈ ಆಜ್ಞೆಯೇ ಸ್ಕ್ರೂ ಮತ್ತು ಕಪ್ಪಿಗಳ ಆವಿಷ್ಕಾರಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಯಿತು ಎನ್ನುವ ಐತಿಹ್ಯಗಳಿವೆ. ಅಂತೂ ಕಾರಣಗಳೇನೇ ಇರಲಿ, ಎಲ್ಲಾ ಕಾಲಗಳ, ಎಲ್ಲಾ ದೇಶಗಳ ಪ್ರತಿಭಾವಂತರಲ್ಲಿ ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸ್ ಅಗ್ರಸ್ಥಾನವನ್ನೇ ಪಡೆದಿರುತ್ತಾನೆ ಎನ್ನಲಡ್ಡಿಯಿಲ್ಲ.

ಈ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ, ಅರಸನ ಕಿರೀಟದ ಕಥೆಯು ಬಹು ಶ್ರುತವಾಗಿದೆ. ಬಂಗಾರದ ಕಿರೀಟವನ್ನು ಕಂಡ ದೊರೆಗೆ ಸಂದೇಹ ಬಂದು, ಅವನು ಈ ಕಿರೀಟವು ಶುದ್ಧ ಬಂಗಾರದ್ದೇ ಇಲ್ಲವೆ ಮಿಶ್ರಲೋಹದ್ದೇ ಎಂಬುದನ್ನು ನಿಶ್ಚಯಿಸು ಎಂದು ಆಜ್ಞಾಪಿಸಿದನು. ಈ ವಿಚಾರವಂತೂ ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸನ ಕಾಲದ ತನಕ ಅತ್ಯಂತ ಕ್ಲಿಷ್ಟ ವಿಷಯವೇ ಆಗಿತ್ತು. ಸ್ನಾನದ ತೊಟ್ಟಿಯನ್ನು ಹೊಕ್ಕಾಗ ನೀರಿನ ಮಟ್ಟವು ಏರುತ್ತದೆ, ಅದರಿಂದ ಹೊರಕ್ಕೆ ಬಂದಾಗ ನೀರಿನ ಮಟ್ಟ ಕುಸಿಯುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಗಮನಿಸಿದ ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸ್ ಪ್ರತಿ ವಸ್ತುವೂ ನೀರಲ್ಲಿ ಹಾಕಿದಾಗ ಒಂದಷ್ಟು ದ್ರವವನ್ನು ಸ್ಥಳಾಂತರಿಸುತ್ತದೆ (displaces) ಎಂಬುದನ್ನು ಮನಗಂಡು, ಈ ಕೆಳಗಿನ 2 ಪ್ರಮೇಯಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದನು.

ಪುಸ್ತಕ 1: ಪ್ರಮೇಯ 5

ದ್ರವಕ್ಕಿಂತ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ಹಗುರವಾಗಿರುವ ವಸ್ತುವನ್ನು ದ್ರವದಲ್ಲಿಟ್ಟಾಗ ಅದು ತನ್ನಷ್ಟೇ ಭಾರದ ದ್ರವವು ಸ್ಥಳಾಂತರಗೊಳ್ಳುವಂತೆ ಅರ್ಧ ಮುಳುಗಿ, ಅರ್ಧ ತೇಲುವುದೇ ವಿನಾ, ಪೂರ್ತಿ ಮುಳುಗಲಾರದು.

ಪುಸ್ತಕ 1: ಪ್ರಮೇಯ 7

ದ್ರವಕ್ಕಿಂತ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ಭಾರವಾದ ವಸ್ತುವನ್ನು ದ್ರವದಲ್ಲಿಟ್ಟಾಗ ಅದು ಮೊದಲು ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಇಳಿಯುತ್ತ, ಮುಂದೆ ಪೂರ್ತಿ ಮುಳುಗುವುದು. ಅಂಥ ಅವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ತೋರಿಕೆಗೆ ಅದರ ಭಾರವು ಕಮ್ಮಿಯಾದಂತೆ ಭಾಸವಾಗುವುದು; ಅಲ್ಲದೆ, ಈ ಕೊರತೆಯೋ ವಸ್ತು ಸ್ಥಳಾಂತರಗೊಳಿಸುವ ದ್ರವದ ಭಾರದಷ್ಟೇ ಇರುತ್ತದೆ.

ಇವೆರಡೂ ಪ್ರಮೇಯಗಳನ್ನೂ ಒಟ್ಟುಮಾಡಿ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಪುಸ್ತಕಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಕೆಳಗಿನಂತೆ ಉಲ್ಲೇಖಿಸುವುದು ಇದೆ: "ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಿ ಹಿಡಿಯಲಾದ ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಅದರ ಭಾರಕ್ಕೆ ಸರಿ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಅದು ಸ್ಥಳಾಂತರಗೊಳಿಸುವ ದ್ರವದ ಭಾರದಷ್ಟೇ ಪರಿಮಾಣದ ಮೇಲೊತ್ತಡವು (buoyant thrust) ವ್ಯಕ್ತವಾಗುತ್ತದೆ."

ಅಂತೂ ದ್ರವಗಳು ತಮ್ಮಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಿ ಹಿಡಿದ ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತುಗಳ ಮೇಲೆ ತೋರುವ ಪ್ಲಾವನ ಧರ್ಮವನ್ನು ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸನು ಮೊದಲು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು, ನಿಜ. ಕಥೆಗಳಲ್ಲಿ ಹೇಳಲಾದ "ನಾನು ಕಂಡು

ಹಿಡಿದೆ" ಎಂಬ ಉದ್ಗಾರದ ಪ್ರಸಂಗವು ಈ ಸತ್ಯವನ್ನು ಸಂಬಂಧಿಸಿದುದೋ, ಇಲ್ಲವೆ, ಕೇವಲ ಕಿರೀಟದ ಆಂತರಿಕ ರಚನೆಯ ಲೋಹಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದುದೋ ನಾವು ಈಗ ಹೇಳುವುದು ಕಷ. ಅಂತೂ ಅತ್ಯಂತ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾದ ಶೋಧಗಳಿಗೆ, ಯಂತ್ರಗಳಿಗೆ ಈ ಪ್ರಮೇಯಗಳೇ ಮುಂದೆ ಕಾರಣವಾದುವು ಎನ್ನಲಡ್ಡಿಯಿಲ್ಲ.

ಕ್ರಿ. ಪೂ. 212ರಲ್ಲಿ ರೋಮನ್ ಸೈನಿಕನೊಬ್ಬನು ತಾನು ಎಂಥ ಮೇಧಾವಿಯನ್ನು ಹತ್ಯೆ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದೇನೆಂಬುದನ್ನರಿಯದೇನೆ: ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸನನ್ನು ಈಟಿಯಿಂದ ಇರಿದು ಕೊಂದನು. ತನ್ನನ್ನು ಕೊಲ್ಲುವ ಸಮಯದಲ್ಲೂ ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸನಾದರೋ, "ಅಯ್ಯಾ ದಯವಿಟ್ಟು ಈ ವೃತ್ತಗಳನ್ನು ಹಾಳುಗೆಡಹಬೇಡ" ಎಂದನಂತೆ. ಎಂಥ ಕೋಮಲ, ಮುಗ್ಧ ಮನಸ್ಸು ಈತನದು ಎಂಬುದಕ್ಕೆ ಬೇರೆ ಸಾಕ್ಷಿ ಬೇಕೆ?

ಸಾಪೇಕ್ಷ ಭಾರ (Specific Gravity): ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಭಾರವನ್ನು ಅಷ್ಟೇ ಗಾತ್ರದ ನೀರಿನ ಭಾರದೊಂದಿಗೆ ತುಲನೆಮಾಡಿದಾಗ ಈ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು – ನಿಷ್ಪತ್ತಿ (Ratio) ಯನ್ನು – ವಸ್ತುವಿನ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಭಾರವೆನ್ನುತ್ತೇವೆ. ನೀರು ಶುದ್ಧ ನೀರಾಗಿರಬೇಕಲ್ಲದೆ, ಇದರಲ್ಲಿ ಏನೂ ಇಂಗಿರತಕ್ಕುದಲ್ಲ. ನೀರಿನ ಭಾರವು ಘನ ಸೆಂಟಿಮೀಟರಿಗೆ 1 ಗ್ರ್ಯಾಂ ಭಾರ; ಹೀಗಿದ್ದ ಬಳಿಕ, ಸಾಪೇಕ್ಷ ಭಾರವು ಕೂಡ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಸಾಂದ್ರತೆ (Relative density) ಯಷ್ಟೇ ಅನ್ನುವುದು ಸ್ಪಷ್ಟವೇ. ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಭಾರವು 10 ಎಂದರೆ 5 ಘನ ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್ ವಸ್ತುವಿನ ಭಾರವು ಅಷ್ಟೇ ನೀರಿನ ಭಾರದ ಹತ್ತು ಪಾಲಷ್ಟು; ಸಾಪೇಕ್ಷ ಭಾರವು $\frac{1}{2}$ ಎಂದರೆ ಆ ವಸ್ತುವಿನ ಭಾರವು ಅಷ್ಟೇ ಗಾತ್ರದ ನೀರಿನ ಭಾರದ ಅರ್ಧದಷ್ಟು. ಸಾಪೇಕ್ಷ ಭಾರವು ನಿಷ್ಪತ್ತಿಯಿರುವ ನಿಮಿತ್ತ ಇದು ಬರಿಯ ಸಂಖ್ಯೆ. $\text{ಸಾಪೇಕ್ಷ ಭಾರ} = \frac{\text{ವಸ್ತುವಿನ ಭಾರ}}{\text{ಅಷ್ಟೇ ಗಾತ್ರದ ನೀರಿನ ಭಾರ}}$, ಸಾಪೇಕ್ಷಭಾರವು ಒಂದಕ್ಕಿಂತ ಕಮ್ಮಿ ಇರುವ ವಸ್ತುಗಳೆಲ್ಲವೂ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಅವಶ್ಯ ತೇಲುವಂಥವು; ಒಂದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಇರುವ ವಸ್ತುಗಳೆಲ್ಲಾ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮುಳುಗುತ್ತವೆ. ನೀರಿನಲ್ಲಿ ತೇಲುವ ವಸ್ತು ಕೂಡ ಪಾಕ್ಷಿಕವಾಗಿ ತೇಲುತ್ತದೆ, ಪಾಕ್ಷಿಕವಾಗಿ ಮುಳುಗುತ್ತದೆ. ಇದರ ಮುಳುಗಡೆಯಂಶವು ವಸ್ತುವಿನ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಭಾರ ಮತ್ತು ನೀರು ಇಲ್ಲವೆ, ದ್ರವದ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಭಾರ ಇವನ್ನೇ ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಇದು ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಅನ್ವಯಿಸಿರುವ ವಿಚಾರವಲ್ಲ. ದ್ರವಗಳು ತಮಗಿಂತ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಭಾರವು ಹೆಚ್ಚಿರುವ ದ್ರವಗಳ ಮೇಲೆ ತೇಲುತ್ತವೆ; ತಮಗಿಂತ ಕಮ್ಮಿ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಭಾರವಿರುವ ದ್ರವಗಳಲ್ಲಿ ಮುಳುಗುತ್ತವೆ. ಉಣ್ಣೆಯು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ತೇಲುತ್ತದೆ. ನೀರು ಮದ್ಯಸಾರದಲ್ಲಿ ಮುಳುಗುತ್ತದೆ.

ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸನ ನಿಯಮ ದ್ರವಸ್ಥಿತಿಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸ್ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ ಪ್ರಮೇಯಗಳನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ವಿಚಾರಿಸುವ.

"ವಸ್ತುವನ್ನು ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಪೂರ್ತಿಯಾಗಿ ಇಲ್ಲವೆ ಪಾಕ್ಷಿಕವಾಗಿ ಮುಳುಗಿಸಿದರೂ ,ಇದರ ಮೇಲೊತ್ತಡವು, ಪ್ಲಾವನ ಬಲವು (Buoyant thrust) ಅದು ಸ್ಥಳಾಂತರಗೊಳಿಸುವ ದ್ರವದ ಭಾರಕ್ಕೆ ಸಮ."

ಒಂದಿಷ್ಟು ಜಾಗವನ್ನು ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳು ಆಕ್ರಮಿಸಬಲ್ಲವೆ? ಇಲ್ಲ. ಹೀಗೆ ಒಂದು ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತುವನ್ನು ದ್ರವದೊಳಗೆ ಮುಳುಗಿಸಿದಾಗ ಅದು ಆವರಿಸುವ ಜಾಗದಲ್ಲಿ ದ್ರವವಿರಲಾರದು; ಗಟ್ಟಿವಸ್ತು ತಾನು ಆಕ್ರಮಿಸುವ ಜಾಗದಲ್ಲಿನ ದ್ರವವನ್ನು ಸುತ್ತಲೂ ತಳ್ಳುವುದು. ಸುತ್ತಲೂ ತಳ್ಳಲ್ಪಟ್ಟ ದ್ರವ

ವಾದರೋ, ಗಟ್ಟಿವಸ್ತುವನ್ನು ಒಂದಷ್ಟು ಬಲದಿಂದ ತಳ್ಳುವುದು. ಈ ತಳ್ಳುವಿಕೆಯ ಬಲವು ತಾನು ಸುತ್ತಲೂ ವ್ಯಾಪಿಸಿದ್ದರೂ ವಸ್ತುವಿನ ಕೆಳಭಾಗದಲ್ಲಿನ ಬಲವು ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲಿನ ಬಲಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವ ನಿಮಿತ್ತ, ಸುತ್ತಲಿನ ಬಲಗಳೆಲ್ಲವುಗಳ ಒಟ್ಟು ಫಲಿತ ಶೂನ್ಯವೆನಿಸಿದರೂ, ಕೆಳಮುಖವಾದ ಬಲ ಮತ್ತು ಮೇಲ್ಮುಖವಾದ ಬಲಗಳ ಫಲಿತವು ತಾನು ಅವಶ್ಯವಾಗಿಯೂ ಮೇಲ್ಮುಖವಾದ ಫಲಿತ ಬಲವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ನಿವ್ವಳ ಮೇಲ್ಮುಖ ಬಲವೇ ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲಣ ಪ್ಲಾವನ ಬಲ (Buoyant thrust). ಇದರಿಂದಾಗಿ ವಸ್ತುವಿನ ನಿಜವಾದ ಭಾರವು ತುಸುವಾದರೂ ಕಮ್ಮಿಯಾದಂತೆ ಭಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ, ಈ ಪ್ಲಾವನ ಬಲವು ವಸ್ತುವಿನಭಾರಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆಯಾದಾಗ, ವಸ್ತುವು ಕೆಳಮುಖವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತ, ನೀರಿನಲ್ಲೋ, ದ್ರವದಲ್ಲೋ ಮುಳುಗಿಬಿಡುವುದು. ಇಲ್ಲವೆ ಒಂದು ಪಕ್ಷ ಈ ಪ್ಲಾವನ ಬಲವು ವಸ್ತುವಿನ ಭಾರಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದರೆ, ಈ ಬಲದ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ವಸ್ತುವು ಮೇಲಕ್ಕೆ ತಳ್ಳಲ್ಪಟ್ಟು, ವಸ್ತುವು ತೇಲುವುದು ಮತ್ತು ಒಂದಂಶ ದ್ರವದ ಮೇಲೂ, ಉಳಿದಂಶ ದ್ರವದೊಳಗೂ ಇದ್ದು, ಪ್ಲಾವನ ಬಲ ಮತ್ತು ವಸ್ತುವಿನ ಭಾರಗಳೊಳಗೆ ಸಮತೋಲವೇರ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಪಕ್ಷ, ವಸ್ತುವಿನ ಭಾರ ಮತ್ತು ಪ್ಲಾವನ ಬಲಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಸಮವಾಗಿದ್ದರೆ, ಅಂಥ ವಸ್ತು ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಿಯೂ ಸಮ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲೇ ಇರಬಲ್ಲುದು; ಇದು ತೇಲುವುದೂ ಇಲ್ಲ, ಮುಳುಗುವುದೂ ಇಲ್ಲ; ಬದಲು, ಎಲ್ಲಿ ಬೇಕಾದ ರತ್ತ, ಹಾಯಾಗಿ ಎಂಬಂತೆ, ಇದ್ದುಬಿಡಬಲ್ಲುದು.

ಮೇಲೆ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿದ 5ನೇ ಪ್ರಮೇಯವನ್ನು ಪುನಃ ಗಮನಿಸಿರಿ. ತೇಲುವ ವಸ್ತುವಾದರೋ, ದ್ರವ ದಲ್ಲಿ ಪೂರ್ತಿ ಭಾಗ ಮೇಲೆಯೇ ಇದ್ದು ತೇಲುವುದೂ ಇಲ್ಲ, ಪೂರ್ತಿ ಮುಳುಗುವುದೂ ಇಲ್ಲ; ಬದಲು, ಇದು ಸ್ವಲ್ಪ ಅಂಶದಷ್ಟು ಮುಳುಗಿ, ಸ್ಥಳಾಂತರಗೊಳ್ಳುವ ದ್ರವದ ಭಾರವಾದರೋ ಆ ವಸ್ತುವಿನ ಭಾರಕ್ಕೆ ಸಮವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಪಾತ್ರೆ ತುಂಬಾ ನೀರು ಹಾಕಿರಿ. ಈ ನೀರಿನ ಮೇಲೆ ಒಂದು ಮರದ ತುಂಡನ್ನು ತೇಲಗೊಟ್ಟು. ಉಕ್ಕಿ ಹರಿಯುವ ನೀರನ್ನೆಲ್ಲ ಹಿಡಿದು, ಅದರ ಭಾರವನ್ನೂ, ಮರದ ತುಂಡನ್ನೂ ತುಲನೆ ಮಾಡಿರಿ. ಇವೆರಡೂ ಸಮಾನ ಭಾರದವುಗಳೇ. ಈ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಅನೇಕ ತುಂಡುಗಳನ್ನೂ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿ ನಡೆಸಿದರೂ, ವಸ್ತುವಿನ ಭಾರವು ಸ್ಥಳಾಂತರಗೊಂಡ ನೀರಿನ ಭಾರಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗುವುದು. ಪ್ರತಿ ಬಾರಿಯೂ ತೇಲುವ ವಸ್ತುವಿನ ಕೇವಲ ಒಂದಂಶ ಭಾಗವು ಮಾತ್ರ ನೀರಿನ ಮೇಲಕ್ಕಿದ್ದು, ಉಳಿದಂಶವು ನೀರಿನೊಳಗೆ ಇರುವುದು. ಒಂದೇ ಮರದ ಸ್ತಂಭಾಕಾರದ ವಿವಿಧ ಎತ್ತರಗಳ ತುಂಡುಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ, ಒಂದು ತುಂಡು ನೀರಲ್ಲಿ ಅರ್ಧಾಂಶ ಮಾತ್ರ ಮುಳುಗಿ ದುದು ಕಂಡುಬಂದರೆ, ಉಳಿದೆಲ್ಲ ತುಂಡುಗಳೂ ಅರ್ಧಾಂಶದಷ್ಟೇ ಮುಳುಗುವುವು. ಅಂದರೆ ಈ ಮರದ ಒಂದಷ್ಟು ಗಾತ್ರವು ಅಷ್ಟೇ ಗಾತ್ರ ನೀರಿನ ಭಾರದ ಅರ್ಧದಷ್ಟು. ಆ ಮರದ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಭಾರವು ಅರ್ಧ ಇಲ್ಲವೆ, ಸಾಪೇಕ್ಷ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ಅರ್ಧ.

ಮರದ ತುಂಡಿನ ಬದಲು ಕಾರ್ಕಿನಂಥ ಲಘು ವಸ್ತುವನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದರೂ ಕಾರ್ಕು ತೇಲುವಾಗ ಹೆಚ್ಚಿನಂಶವು ನೀರಿನ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಇದ್ದು ಬಹುಶಃ ಕೇವಲ $\frac{1}{6}$ ಯಾ $\frac{1}{8}$ ಭಾಗವು ನೀರಿನೊಳಗೆ ಇದ್ದು ಬಿಡುವುದು. ಅಂದರೆ, ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲೂ ಕಾರ್ಕು ತೇಲುವಾಗ ಸ್ಥಳಾಂತರ ಗೊಳ್ಳುವ ನೀರಿನ ಭಾರವು ಆ ತೇಲುವ ಕಾರ್ಕಿನ ಭಾರಕ್ಕೆ ಸಮವೇ. 0.2 ಸಾಪೇಕ್ಷ ಭಾರವಿರುವ ಕಾರ್ಕೊಂದನ್ನು ತೇಲಗೊಟ್ಟಾಗ, ಅದರ 0.2 ಅಂಶ ಮಾತ್ರ. ನೀರಿನೊಳಗೆ ಇದ್ದು ಬಿಡುವುದು; ಉಳಿದ ಭಾಗ ನೀರಿನಮೇಲಕ್ಕೆ ಕಾಣುವುದು. ಹಿಮಗಡ್ಡೆ ತೇಲುವಾಗಲೂ ಇದರ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಭಾರ .92 ಇರುವ ನಿಮಿತ್ತ ಹಾಗೂ ಸಮುದ್ರ ನೀರಿನ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಭಾಗವು 1.03 ಇರುವ ನಿಮಿತ್ತ, ಸುಮಾರು $\frac{1}{10}$ರಷ್ಟು ಭಾಗವು ನೀರಿನೊಳಗೂ, $\frac{9}{10}$ಭಾಗವು ನೀರಿನ ಹೊರಗೂ ಇದ್ದು ಮಂಜುಗಡ್ಡೆ ತೇಲುವುದು. ಶುದ್ಧ ನೀರಿನಲ್ಲಿ – ಸಿಹಿನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಡೆಯಂಶವು ತುಸು ಹೆಚ್ಚು, ತೇಲುವ ಮೇಲ್ಭಾಗವು ತುಸು

ಕಮ್ಮಿ. ಅಂತೂ ಈ ವಿಚಾರಗಳಿಂದ ನಾವು ಸುಲಭವಾಗಿ ಅನುಮಾನಿಸಬಹುದಾದ ಅಂಶಗಳು ಇವು.

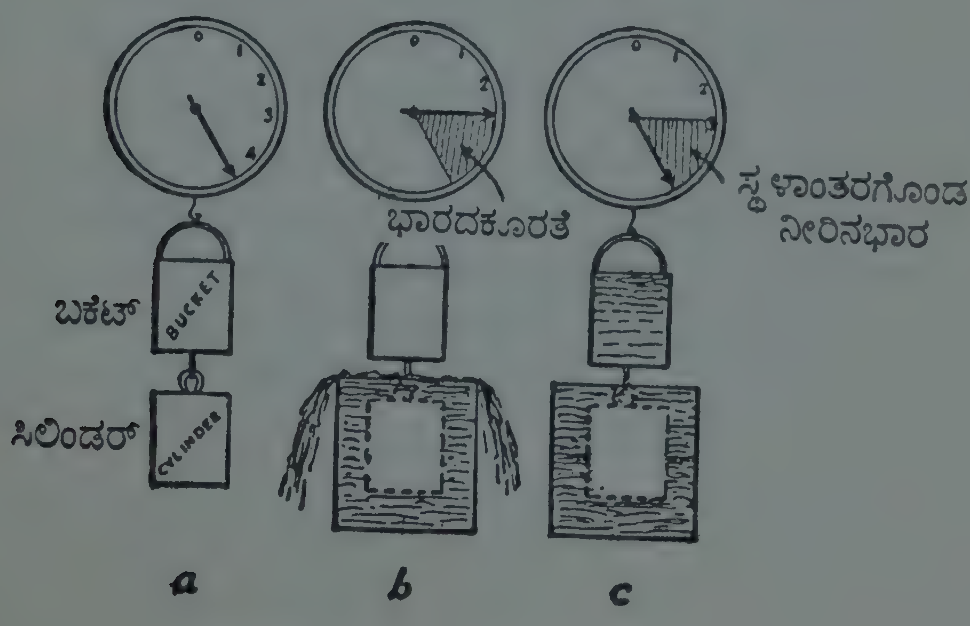
1. ತೇಲುವ ವಸ್ತುಗಳೆಲ್ಲಾ ತಮ್ಮ ಭಾರದಷ್ಟೇ ದ್ರವವನ್ನು ಸ್ಥಳಾಂತರಗೊಳಿಸುವುವು.

2. ಶುದ್ಧ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ತೇಲುವ ವಸ್ತು ಎಷ್ಟಂಶ ಮುಳುಗುವುದೋ ಆ ಅಂಶವೇ ವಸ್ತುವಿನ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಭಾರದ ಸೂಚಕ ಸಂಖ್ಯೆ.

ಇವೆರಡೂ ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸನ ತತ್ವದಿಂದಲೇ ಅನುಮಾನಿಸಬಹುದಾದ ಪ್ರಮೇಯಗಳು–ಸತ್ಯಗಳು. ಇವನ್ನು ತೇಲುವಿಕೆಯ ಸೂತ್ರಗಳು ಎಂದೆನ್ನುವುದೂ ಇದೆ.

ಮುಳುಗುವ ವಸ್ತುಗಳು: ದ್ರವದ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಭಾರಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಸಾಪೇಕ್ಷ ಭಾರವಿರುವ ವಸ್ತು ದ್ರವದಲ್ಲಿ ತೇಲಲಾರದು. ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಇಳಿಯಗೊಟ್ಟಕೂಡಲೆ ಇದು ಮುಳುಗುವುದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಕಲ್ಲೊಂದನ್ನು ಮೆಲ್ಲನೆ ನೀರಿನ ಮೇಲೆ ಇಟ್ಟು ನೋಡಿರಿ. ಇದು ನೀರಿನೊಳಗೆ ಇಳಿದು ತಳವನ್ನು ಸದ್ಯದಲ್ಲೇ ಸೇರುತ್ತದೆ. ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ತುಂಬಾ ನೀರಿದ್ದರೆ, ಸ್ಥಳಾಂತರಗೊಂಡು ಹೊರಗೆ ಉಕ್ಕುವ ನೀರನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ತೂಗಿ ನೋಡಿದರೆ, ಈ ನೀರಿನ ಭಾರವು ವಸ್ತುವಿನ (ಕಲ್ಲಿನ) ಭಾರಕ್ಕಿಂತ ಬಹಳ ಕಮ್ಮಿ ಎಂದೂ ಕಾಣುತ್ತದೆ.

ಹಿಂದೆ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿದ 7ನೇ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ ವಸ್ತುವೇ ದ್ರವದೊಳಗಿದ್ದಾಗ ಒಂದಷ್ಟು ಭಾರ ವನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡಂತೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ತೂಗುವಾಗ ಭಾರ ಕಮ್ಮಿ ಕಾಣುತ್ತದೆಯೇ ವಿನಾ, ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ, ಇದರ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆ ಮೊದಲಾದುವುಗಳು ಏನೇನೂ ಅದೃಶ್ಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ, ಇಂಥ ತೋರಿಕೆಯ ಕೊರತೆಯನ್ನು ನಾವು ಅಳೆದೂ ನೋಡಬಹುದು. ಒಂದು ಘನ ಸ್ತಂಭ ಮತ್ತು ಅದನ್ನು ತುಂಬಬಲ್ಲ ತಕ್ಕ ಟೊಳ್ಳು ಸ್ತಂಭಗಳನ್ನು ತಕ್ಕಡಿಯಲ್ಲಿ ತೂಗುಹಾಕಿ ಭಾರವನ್ನು ತಕ್ಕ ಪಡಿಗಳ ಮೂಲಕ ನಿರ್ಣಯಿಸಿದವೆನ್ನಿ. ಸ್ತಂಭವು ನೀರಿನೊಳಗೆ ಮುಳುಗಿಸಲ್ಪಟ್ಟಾಗ, ಭಾರದ ಪಡಿಗಳು ಹೆಚ್ಚೆಂದು ಕಂಡುಬರುವುವು. ಆದರೆ, ಆ ಟೊಳ್ಳು ಸ್ತಂಭದೊಳಗೆ ನೀರನ್ನು ತುಂಬಿದಾಗ, ಪುನಃ ಸಮ ತೋಲ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದಲಂತೂ ಮೇಲಿನ ಮಾತು ಸತ್ಯವೆನಿಸುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರ 20 ರಲ್ಲಿ ತೂಕ ಸ್ಕೇಲು ತೋರುವ ಅಳತೆಗಳನ್ನು ಮೂರು ಅವಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲಿ ತೋರಲಾಗಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 20: ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸನ ತತ್ವ.

ಈ ಮೇಲಿನ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಸಿಲಿಂಡರ್ ಮತ್ತು ಬಕೆಟ್‌ಗಳ ಒಟ್ಟು ಭಾರವೋ 4.4 ರಾತ್ಲು, ಸಿಲಿಂಡರನ್ನು ಮಾತ್ರ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಿದಾಗ ಒಟ್ಟು ಭಾರ 3 ರಾತ್ಲು, ಅಂದರೆ ಬಕೆಟನ್ನು ಪೂರ್ತಿ ತುಂಬುವ ನೀರಿನ ಭಾರವು 1.4 ರಾತ್ಲು. ನೀರಿನ ಬದಲು ಇತರ ದ್ರವಗಳನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದರೂ ಸಿಲಿಂಡರಿನ ಭಾರದಲ್ಲಿನ ಕೊರತೆಯು ಅಷ್ಟೇ ಗಾತ್ರದ ದ್ರವದ ಭಾರದಷ್ಟು ಎಂದೂ ಕಾಣುತ್ತದೆ.

ನೀರಿನಲ್ಲಿ ನಡೆಸಿದ ಪ್ರಯೋಗವು ಇನ್ನೊಂದು ವಿಚಾರವನ್ನೂ ಬೆಳಕಿಗೆ ತರುತ್ತದೆ. ನೀರಿನ ಭಾರವು ಘನ ಸೆ.ಮಿೂ. 1ರ ಒಂದು ಗ್ರ್ಯಾಂ ಇರುವ ನಿಮಿತ್ತ, ನೀರಿನಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ವಸ್ತುವಿನ ಭಾರದ ಕೊರತೆಯಿಂದ ಆ ವಸ್ತುವಿನ ಗಾತ್ರವನ್ನೂ ಅಳೆಯಬಹುದು ಎಂಬ ವಿಚಾರವು ಇಲ್ಲಿ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ.

ಹೀಗೆ ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಪೂರ್ತಿ ಮುಳುಗಿ ಹಿಡಿದಾಗ ಅದರ ಭಾರದ ಕೊರತೆಯನ್ನು ಗ್ರಾಂನಲ್ಲಿ ಅಳೆದರೆ ಈ ಅಳತೆಯು ಆ ವಸ್ತುವಿನ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಘನ ಸೆ.ಮಿೂ.ಯಲ್ಲಿ ತಿಳಿಸುವುದು."

ಅಂದರೆ, ಈ ಸೂತ್ರದ ಮೇರೆಗೆ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ತೇಲದಿರುವ ಯಾವ ವಸ್ತುವಿನ ಗಾತ್ರವನ್ನು (ಘನ ಫಲ) ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ವಿಧಾನದಿಂದ ಅಳೆಯಬಹುದು.

ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಒಂದು ಕಬ್ಬಿಣದ ತುಂಡು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ 1000 ಗ್ರ್ಯಾಂ ಭಾರವಿದೆಯೆಂದೂ, ನೀರಿನೊಳಗೆ ಅದ್ದಿದಾಗ 870 ಗ್ರಾಂ ಭಾರವಿದೆಯೆಂದೂ ನೆನೆಸಿರಿ. ಆಗ ನೀರಿನೊಳಗೆ ಅದರ ಭಾರದ ಕೊರತೆ 121 ಗ್ರ್ಯಾಂ. ಒಂದು ಗ್ರ್ಯಾಂ ನೀರಿನ ಘನ ಫಲವು 1 ಘನ ಸೆ.ಮಿೂ. ಆದ ಕಾರಣ ಈ ಕಬ್ಬಿಣದ ವಸ್ತುವಿನ ಘನಫಲವು 121 ಘನ ಸೆ.ಮಿೂ. ಇರುವುದು; ಅಲ್ಲದೆ, ಇಂಥ ಅಳತೆಗಳಿಂದ ಕಬ್ಬಿಣದ ಸಾಂದ್ರತೆ, ಸಾಪೇಕ್ಷ ಸಾಂದ್ರತೆ ಇಲ್ಲವೆ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಭಾರಗಳನ್ನೂ ನಿಶ್ಚಯಿಸಬಹುದು.

ಒಮ್ಮೆ ಥೋಮಸ್ ಆಲ್ವಾ ಎಡಿಸನ್ ತನ್ನ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಿನ ಒಂದು ಚಿಕ್ಕ ಉದ್ಯೋಗಕ್ಕೆ ಒಳ್ಳೆಯ ಚುರುಕು ಹುಡುಗನೊಬ್ಬನು ಬೇಕೆಂದು ಹುಡುಕುತ್ತಲಿದ್ದನು. ಆಯ್ಕೆಯಾಗಲು ಬಂದ ಒಬ್ಬ ಹುಡುಗನಿಗೆ ಒಂದು ಚಿಕ್ಕ ಕಲ್ಲಿನ ತುಂಡೊಂದನ್ನು ಕೊಟ್ಟು ಅದರ ಗಾತ್ರವನ್ನು ನಿಖರವಾಗಿ ಅಳೆದು ತಾ ಎಂದನು. ಈ ಹುಡುಗನು ದಿನಗಟ್ಟಲೆ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರ ಮಾಡುತ್ತಾ ಒಂದು ವಾರದ ನಂತರ ಎಡಿಸನ್‌ನ ಹತ್ತಿರ ಬಂದು ತಾನು ಬಹಳ ಶ್ರಮಪಟ್ಟು ಗಣಿತದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಆ ಕಲ್ಲಿನ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಹುಡುಕಿದೆ ನೆಂದನು. ಎಡಿಸನನಾದರೋ ನಗುತ್ತಾ, ಆ ಕಲ್ಲನ್ನು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ, ನೀರಿನಲ್ಲಿ ತೂಗಿ ನೋಡಿದನು. ಈ ಭಾರಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸವೇ ಆ ಕಲ್ಲಿನ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ ಎಂದನು; ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸದಷ್ಟರ ಘನ ಸೆ.ಮಿೂ.ಗಳು ಈ ಕಲ್ಲಿನ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ ಎಂಬುದೇ ಇದರ ಅರ್ಥ.

ಅಂತೂ ಇಂಥದೇ ಕ್ರಮದಿಂದ ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸನು ಕಿರೀಟದಲ್ಲಿ ರಚನಾವಸ್ತುಗಳ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸಿದನು. ಎಲ್ಲವೂ ಶುದ್ಧ ಬಂಗಾರವಾದರೆ ಇಂತಿಷ್ಟು ಆ ಕಿರೀಟದ ಭಾರದಲ್ಲಿನ ಕೊರತೆ, ಶುದ್ಧ ಬೆಳ್ಳಿಯದಾದರೆ, ಅಷ್ಟೇ ಗಾತ್ರದ ಕಿರೀಟದಲ್ಲಿ ಕೊರತೆಯ ಭಾರವು ಪ್ರತ್ಯೇಕವೇ; ಮಿಶ್ರಲೋಹವಾದರೆ ಕೊರತೆಯು ಮತ್ತೂ ಬೇರೆ ಬೆಲೆಯುಳ್ಳದು. ಬಂಗಾರದ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ಘನ ಸೆ.ಮಿೂ. ಒಂದರ 19, ಕಿರೀಟದ ಪದಾರ್ಥದ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ಇದಕ್ಕೆ ಕಮ್ಮಿಯಾಗಿದ್ದರೆ ಅದು ಶುದ್ಧ ಬಂಗಾರವಲ್ಲ; ಮಿಶ್ರ ಲೋಹವೋ, ಬೆಳ್ಳಿಯದೋ ಇರಬೇಕು ಅಷ್ಟೆ.

ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮುಳುಗುವ ವಸ್ತುಗಳು ಇತರ ದ್ರವಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಮುಳುಗುವುವೆ? ಉಕ್ಕಿನ ಗೋಲಿ ಯೊಂದು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮುಳುಗುತ್ತದೆ; ಆದರೆ, ಇದೇ ಗೋಲಿಯು ಪಾದರಸದಲ್ಲಿ (ಸಾಪೇಕ್ಷ ಸಾಂದ್ರತೆ 13.6) ತೇಲುತ್ತದೆ. ಕಾರಣ ಗೋಲಿಯ ಗಾತ್ರದಷ್ಟು ಗಾತ್ರದ ಪಾದರಸದ ಭಾರವು ಗೋಲಿಯ ಭಾರಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು. ಹೀಗಿದ್ದ ಬಳಿಕ "ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತುವೊಂದು ತನಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಾಂದ್ರತೆಯ ದ್ರವದಲ್ಲಿ ತೇಲುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಕಮ್ಮಿ ಸಾಂದ್ರತೆಯ ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಮುಳುಗುತ್ತದೆ."

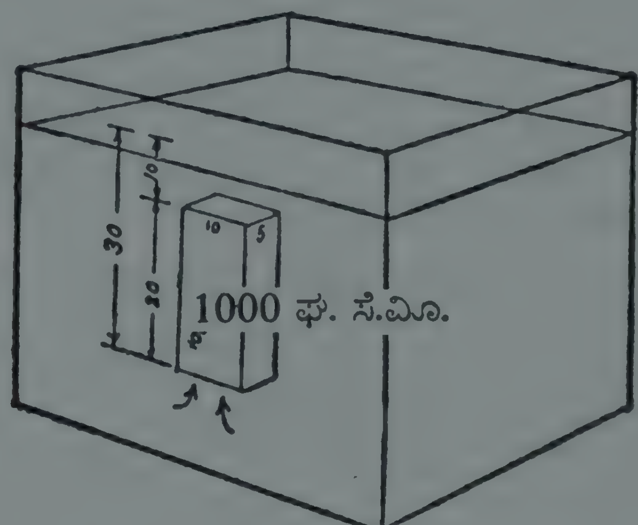
ಗಾಳಿಯೂ ಕೂಡ ತೇಲುವಿಕೆಯ ಮೇಲೆ ತಕ್ಕಷ್ಟು ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ತೋರುತ್ತದೆ. ಗಾಳಿಯ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಭಾರವು. .00129. ನಿಮ್ಮ ಭಾರವು 150 ರಾತ್ಲು ಇದೆ ಎನ್ನಿರಿ. ಗಾಳಿಯ ಆವರಣ ಸುತ್ತಲೂ ಇರುವ ಕಾರಣ, ಈ ಗಾಳಿಯು ನಿಮ್ಮ ದೇಹದ ಮೇಲೆ ಒಂದಷ್ಟು ಒತ್ತಡವನ್ನು ಹೇರುವ ಕಾರಣದಿಂದಲೂ ನಿಮ್ಮ ಭಾರವು ಸುಮಾರು 4 ಔನ್ಸ್‌ಗಳಷ್ಟು ತೂಕ ಕಮ್ಮಿಯಾದಂತೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಸುತ್ತಲೂ ನೀರೇ ಇರುತ್ತಿದ್ದರೆ, ಈ ಮೇಲ್ಮುಖವಾದ ಒತ್ತಡವಾದರೋ 200 ರಾತ್ಲು ಭಾರ ವನ್ನೂ ಮೀರಬಹುದು. ಲೋಹದ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಘನತ್ವವು ಒಂದನ್ನು ಮಿಕ್ಕಿರುವುದರಿಂದ, ಲೋಹದ ಗುಂಡೊಂದು ನೀರಲ್ಲಿ ಮುಳುಗುತ್ತದೆ.ಆದರೆ, ಆ 150 ರಾತ್ಲು ಭಾರದ ಗುಂಡಿನೊಳಗೆ, 150 ರಾತ್ಲು ಭಾರದ ಮನುಷ್ಯನೊಳಭಾಗದಲ್ಲಿರುವಷ್ಟೇ ಗಾಳಿಯ ಅವಕಾಶವನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿದರೆ, ಅಂದರೆ ಗೋಲವನ್ನು ತಕ್ಕಷ್ಟು ಟೊಳ್ಳಾಗಿ ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಂಡರೆ, ಅದು ಲೋಹವಿದ್ದರೂ ಹೆಚ್ಚು ಪರಿಮಾಣದ ನೀರು ಇದರಿಂದ ಸ್ಥಳಾಂತರಗೊಂಡು ಮೇಲ್ಮುಖವಾಗಿ ಒತ್ತುವುದರಿಂದ ಆ ಟೊಳ್ಳು ವಸ್ತು ನೀರಿನ ಮೇಲೆ ಹಾಯಾಗಿ ತೇಲುವುದು. ಲೋಹದ ಟೊಳ್ಳಾದ ವಸ್ತುಗಳು ನೀರಲ್ಲಿ ತೇಲಲು ಕಾರಣವಾದರೋ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ದ್ರವ ಗಳ ಮೇಲ್ಮುಖ ಒತ್ತಡವೆಂದೇ ಬೇರೆ ಹೇಳಬೇಕಿಲ್ಲ. ದೊಡ್ಡ ಹಡಗಗಳೂ ಕೂಡ ತೇಲುತ್ತವೆಯಷ್ಟೇ ಇವುಗಳಲ್ಲಿನ ಲೋಹಗಳ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಘನತ್ವವು ಒಂದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿದ್ದರೂ ಇವುಗಳೊಳಗೆ ಅಪರಿಮಿತ ಅವಕಾಶದ (capacity) ಗಾಳಿಯ ಟೊಳ್ಳಾದ ಭಾಗಗಳನ್ನು ತುಂಬಿದ್ದು, ಹೆಚ್ಚಿನ ನೀರು ಸ್ಥಳಾಂತರ ಗೊಂಡು ಹಡಗವನ್ನು ಮೇಲಕ್ಕೊತ್ತುತ್ತದೆ, ಹಡಗು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ತೇಲುತ್ತದೆ. ನೀರಿಲ್ಲದಾಗ ತಂಬಿಗೆಯು ಅದರಲ್ಲಿ ತೇಲುತ್ತದೆ; ಅದೇ ತಂಬಿಗೆಯು ನೀರಿನಿಂದ ತುಂಬಿದಾಗ ಮುಳುಗುತ್ತದೆ. ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ತತ್ವಕ್ಕೆ ಇದೊಂದು ಪುಟ್ಟ ನಿದರ್ಶನ.

ಈಗ ತಾನೇ ಹೇಳಿದಂತೆ ದೊಡ್ಡ ಹಡಗುಗಳು, ಯುದ್ಧನೌಕೆಗಳೂ ನೀರಿನ ಸಾಂದ್ರತೆಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಾಂದ್ರತೆಯುಳ್ಳ ಪದಾರ್ಥದಿಂದಲೇ ರಚಿಸಲ್ಪಟ್ಟವುಗಳು. ಉಕ್ಕಿನಿಂದಲೇ ಇವುಗಳ ರಚನೆ ಯಾಗಿದ್ದರೂ ಹಡಗದಲ್ಲಿರುವ ಲೋಹದ ಸಾವಿರಗಟ್ಟಳೆ ಪಾಲು ಗಾಳಿಯು ಇದರೊಳಗೆ ತುಂಬಲು ತಕ್ಕ ಅವಕಾಶವಿರುವ ಕಾರಣ, ಹಡಗವು ನೀರಲ್ಲಿ ತೇಲುತ್ತದೆ. 2–9–1942ರಲ್ಲಿ ನೋರ್ಮಂಡಿ (Normandy) ಎಂಬ ಫ್ರೆಂಚ್ ಹಡಗಕ್ಕೆ ಬೆಂಕಿ ಬಿದ್ದಿತು. ಬೆಂಕಿ ನಂದಿಸಲು ಟನ್‌ಗಟ್ಟಳೆ ನೀರನ್ನು ಸುರುವಿದರು. ಇದರಿಂದ ಗಾಳಿಯವಕಾಶವು ಕಮ್ಮಿಯಾಗಿ ಬೆಂಕಿ ನಂದುವಷ್ಟರಲ್ಲಿ ಹಡಗವು ಹಡ್ಸನ್ ನದಿಯ ಆಳವಿಲ್ಲದ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮಗುಚಿ ಬಿದ್ದು ಮುಳುಗಿತು. ಆ ಅದ್ಭುತ ಗಾತ್ರದ ಹಡಗವನ್ನು ನೀರಿನಿಂದ ಎತ್ತುವುದು ಮತ್ತೂ ಕಠಿಣವೆನಿಸಿದ ಸಮಸ್ಯೆಯಾಯಿತು, ಕಾರಣ, ಅದು ಕೆಳಕ್ಕೆ ಇಳಿದು ಕೆಸರಿನಲ್ಲಿ ಅಂಟಿ ಕೊಂಡಿತ್ತು. ಮೇಲಕ್ಕೆತ್ತಲು ಪ್ರಯೋಗಿಸುವ ಬಲವು ಅದರ ಭಾರವನ್ನು ಎತ್ತುವುದು ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ ಅದನ್ನು ಅವಶ್ಯವಾಗಿ ಕೆಸರುಮಣ್ಣಿನಿಂದಲೂ ತಪ್ಪಿಸಬೇಕಿತ್ತು. ಸಾಮಾನ್ಯ ಎಂಥ ಕ್ರೇನಿನಿಂದಲೂ ಇಂಥ ಕೆಲಸವು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ, ಆದುದರಿಂದ ಅದರಲ್ಲಿ ತುಂಬಿರುವ ನೀರನ್ನು ಹೊರಗೆ ತಳ್ಳಲು ಆರಂಭಿಸಿದರು. ನೀರು ಹೊರಗೆ ಹರಿದು, ಆ ಭಾಗವನ್ನೆಲ್ಲಾ ಗಾಳಿ ಆಕ್ರಮಿಸಿದರೆ; ಆ ಹಡಗವನ್ನು ನೀರಿನೊಳಗೆ ಮುಳು ಗಿಸಿ ಹಿಡಿಯಲು ಎಂಥ ಬಲಕ್ಕೂ ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಹೀಗೆ ಈ ತತ್ವವನ್ನು ಆಧರಿಸಿ, ಸುಮಾರು 18 ತಿಂಗಳಲ್ಲಿ ಅದರ ನೀರನ್ನೆಲ್ಲಾ ಹೊರಕ್ಕೆ ಪಂಪು ಮಾಡಿದರು. ಮತ್ತು ಪುನಃ ಒಳಗೆ ನೀರು ಪ್ರವೇಶಿಸದಂತೆ ಸುತ್ತಲೂ ತಕ್ಕ ಲೋಹದ ಬೆಸಿಗೆಯನ್ನೂ ಹಾಕಿ ಮುಚ್ಚಿದರು. ಇದೇನೋ ಸುಲಭದ ಕೆಲಸವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಇಲ್ಲಿ – ಈ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ – ಉಪಯುಕ್ತವಾದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ತತ್ವವು ಆ ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸನ ಪ್ರಮೇಯ ವೆಂದೇ ಈ ಕಥೆಯನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಹೇಳಲಾಗಿದೆ.

ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸನ ತತ್ವವು ಗಾಳಿಗೆ, ಇತರ ಅನಿಲಗಳಿಗೆ, ಅನ್ವಯಿಸುವುದಿಲ್ಲವೆ? ಖಂಡಿತಕ್ಕೂ ಅನ್ವಯಿ ಸುತ್ತದೆ. ಬೆಲೂನುಗಳು (Balloons) ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ತೇಲುವುದಾದರೂ, ಮರದಂಥ ವಸ್ತುಗಳು

ನೀರಿನಲ್ಲಿ ತೇಲುವಂತೆಯೇ, ರಬ್ಬರ್ ಬೆಲೂನೊಂದು ಗಾಳಿಯಿಂದ ಇಲ್ಲವೆ ಜಲಜನಕ, ಹೀಲಿಯಮ್ ಅನಿಲಗಳಿಂದ ತುಂಬಿದ್ದಾಗ, ಸ್ಥಳಾಂತರಗೊಳಿಸುವ ಗಾಳಿಯಾದರೋ ಅಪಾರವಿದ್ದು, ಈ ಬೆಲೂನಿನ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಮೇಲಣ ಒಟ್ಟು ಒತ್ತಡವು ಆ ಬೆಲೂನಿನ ರಬ್ಬರು ಮತ್ತು ಗಾಳಿ ಇಲ್ಲವೆ ಅನಿಲದ ಭಾರಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಿಗೆ ಇದ್ದು, ಬೆಲೂನು ಸುಲಭದಲ್ಲಿ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ತೇಲುತ್ತಲಿರುವುದು. ಆದರೆ, ನಮ್ಮ ಅಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಜಲಜನಕ ಇಲ್ಲವೆ ಹೀಲಿಯಂನಂಥ ಹಗುರವಾದ ಅನಿಲಗಳೇ ಇರುತ್ತಿದ್ದರೆ ಈ ಬೆಲೂನುಗಳ ತೇಲುವಿಕೆಯು ಅಸಾಧ್ಯವೆನಿಸುತ್ತಲಿತ್ತು.

ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸನ ತತ್ವದ ವಿವರಣೆ: ಚಿತ್ರ 21ನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ. ತೇಲುವ ವಸ್ತುವೊಂದು ಹೇಗೆ ತನ್ನಷ್ಟೇ ಭಾರದ ದ್ರವವನ್ನು ಸ್ಥಳಾಂತರಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ ಎಂಬುದು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ. 5 ಸೆ.ಮೀ. 10 ಸೆ.ಮೀ. 20 ಸೆ.ಮೀ. ಪಾರ್ಶ್ವಗಳುಳ್ಳ ಆಯತಾಕಾರದ ಮರದ ತುಂಡು ನೀರಿನ ತಲದಿಂದ ಹತ್ತು ಸೆ.ಮೀ. ಆಳಕ್ಕೆ ತಳ್ಳಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ಆಗ ಅದರ ಕೆಳತಲವು ನೀರಿನ ಮಟ್ಟದಿಂದ 30 ಸೆ.ಮೀ. ಆಳದಲ್ಲಿದೆ. ಅಲ್ಲದೆ, ಈ ಕೆಳಗಿನ ವಿಚಾರಗಳು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿವೆ:



ಚಿತ್ರ 21: ವಸ್ತುವಿನ ತೇಲುವ ತತ್ವದ ವಿವರಣೆ

ಮೇಲ್ಭಾಗದ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ $= 5 \times 10 = 50$ ಚ.ಸೆ.ಮೀ.

ಇದರ ಮೇಲೆ ಒಟ್ಟು ಪೀಡನೆ $= 500$ ಗ್ರ್ಯಾಂ ಭಾರ

ಕೆಳತಲದ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ $= 50$ ಚ. ಸೆ.ಮೀ.

ಇದರ ಮೇಲಣ ಒಟ್ಟು ಪೀಡನೆ $= 50 \times 30 = 1500$ ಗ್ರ್ಯಾಂ ಭಾರ.

ಮೇಲಣ ತಳದ ಮೇಲೆ, ಕೆಳಮುಖವಾಗಿ, 500 ಗ್ರ್ಯಾಂ ಭಾರ ಮತ್ತು ಕೆಳತಳದ ಮೇಲೆ 1500 ಗ್ರ್ಯಾಂ ಭಾರ ಮೇಲ್ಮುಖ ಪೀಡನೆಗಳಿದ್ದು 1000 ಗ್ರ್ಯಾಂ ಭಾರದಷ್ಟು ಬಲವು ನಿವ್ವಳವಾಗಿ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಈ ತುಂಡನ್ನು ಒತ್ತುತ್ತದೆ. ಮರದ ತುಂಡಿನ ಘನ ಫಲವು 1000 ಘನ ಸೆ.ಮೀ. 1000 ಘ. ಸೆ.ಮೀ. ನೀರಿನ ಭಾರವು 1000 ಗ್ರ್ಯಾಂ ಭಾರ. ಇಷ್ಟು ಮೇಲ್ಮುಖವಾದ ಪೀಡನೆಯು ಈ ತುಂಡಿನ ಮೇಲೆ ಫಲಿಸುತ್ತದೆಂಬುದೂ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಯಿತು. ಅಥವಾ, ಮುಳುಗಿದ ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಒಟ್ಟು ಫಲಿತ ಬಲವು ಮೇಲ್ಮುಖವಾಗಿದ್ದು ಆ ವಸ್ತು ಎಷ್ಟು ದ್ರವವನ್ನು ಸ್ಥಳಾಂತರಿಸುತ್ತದೆಯೋ ಅದರ ಭಾರಕ್ಕೆ ಇದು ಸಮನಾಗಿದೆ.

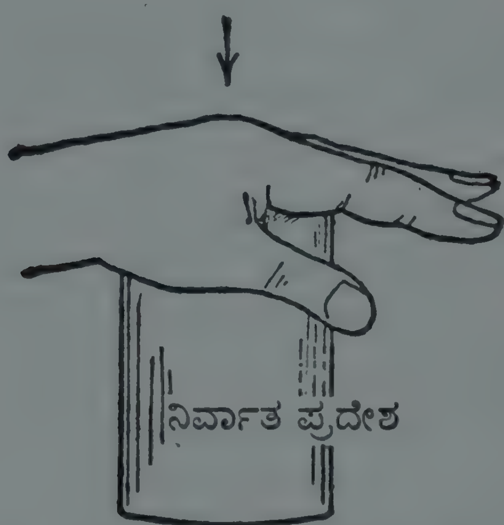
ಅನಿಲಗಳ ಲಕ್ಷಣಗಳು: ಅನಿಲಗಳಲ್ಲಿ ಅಣುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಹೆಚ್ಚಿನ ಅಂತರದಲ್ಲಿವೆ; ಈ ಕಾರಣ ದಿಂದಲೇ ಇವು ಸಿಕ್ಕಂತೆ ಸ್ವಚ್ಛಂದ ಚಲನೆಯನ್ನು ತೋರುತ್ತಲಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಈ ಮೊದಲೇ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿದ್ದೇವೆ. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಅನಿಲಗಳೆಲ್ಲವೂ ದ್ರವಗಳಿಗಿಂತ ಹಗುರವಾಗಿವೆ; ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಅನಿಲಗಳನ್ನು ಪೀಡನೆಗೀಡುಮಾಡಿ ಸಂಕೋಚಗೊಳಿಸುವುದೂ ಸುಲಭವೇ. ಅಂದರೆ ,ಒಂದಷ್ಟು ಅನಿಲವನ್ನು ಸುತ್ತಲೂ ಅಮುಕಿ, ಅದು ಹಿಂದಿನ ಅವಕಾಶದ ಕೇವಲ ಅರ್ಧದಷ್ಟು ಅವಕಾಶದಲ್ಲಿ ವ್ಯಾಪಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಬಹುದು, ಆದರೆ ಸಾಮಾನ್ಯ ಯಾವ ದ್ರವವನ್ನೂ ಹೀಗೆ ಅರ್ಧದಷ್ಟು ಸಂಕೋಚಗೊಳಿಸಬೇಕಾದರೆ ಅವಶ್ಯವಿರ ಬಹುದಾದ ಬಲ–ಪೀಡನೆ–ವಾದರೋ ಅಪರಿಮಿತವಿದೆ. ಅನಿಲಗಳಿಗೂ ಭಾರವಿದೆ ಮತ್ತು ಈ ಭಾರದ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ಆದರೂ, ಇವು ತಕ್ಕಷ್ಟು ಪೀಡನೆ, ಒತ್ತಡಗಳನ್ನು ತೋರುತ್ತವೆ.

ಅಟ್ಲಾಂಟಿಕ್ ಸಾಗರದ ತಳದಲ್ಲಿ ಅಷ್ಟು ಆಳದಲ್ಲಿನ ನೀರಿನ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಸಹಿಸಿಕೊಂಡು ನಾವು ಜೀವಿಸಲು ಶಕ್ತರಾಗಿದ್ದೇವೆ ಎನ್ನಿರಿ. ಆಗಲಾದರೋ ನಮಗೆ ನಿಜವಾದ ಒತ್ತಡದ ಪರಿಮಾಣ ವಿಂತಿಷ್ಟು ಎಂಬುದು ತಿಳಿಯುವುದಿಲ್ಲ, ಕಾರಣ, ಪಾಸ್ಕಲನು ಹೇಳಿದಂತೆ ದ್ರವ ದೊಳಗೆ ಒತ್ತಡವು ಎಲ್ಲಾ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಸಮನಾಗಿಯೇ ಇದೆ. ಅಂದರೆ ಆಳವಾದ ಸಾಗರದ ತಲದಲ್ಲಿ ನಿಂತು ನನ್ನ ಕೈ ಚಾಚಿದರೆ ಅದರ ಸುತ್ತಲೂ ಏಕಪ್ರಕಾರದ, ಬಲಗಳೇ ವರ್ತಿಸುತ್ತಲೆ; ಅಂದರೆ, ಯಾವುದೇ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಒಲವು ಫಲಿತ ಬಲವಾಗಿ (Resultant) ಕೈಯನ್ನು ಒತ್ತುವುದಿಲ್ಲ. ಇಷ್ಟು ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಅಷ್ಟು ಆಳದಲ್ಲಿ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಎಂಥ ವಸ್ತುವನ್ನು ನಾವು ಸುಲಭವಾಗಿ ಸ್ಥಳಾಂತರ ಗೊಳಿಸಬಲ್ಲೆವು, ಈ ಕಾರ್ಯಕ್ಕೆ ಸಾಗರದ ದ್ರವದ ಅಪರಿಮಿತ ಒತ್ತಡವು ಪ್ರತಿಬಂಧಕ ಒಲವನ್ನೇನೂ ಒಡ್ಡುವುದಿಲ್ಲ.

ಸಾಗರದ ತಳದಲ್ಲಿ ನಿಂತಾಗಲೋ, ನಿಜಕ್ಕೂ ನಮ್ಮ ಮೈಯ ಮೇಲೆ ಪ್ರತಿ ಚದರ ಇಂಚಿಗೂ ಟನ್ ಗಟ್ಟಲೆ ಭಾರದ ಒತ್ತಡವು ಅನುಭವಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ಅಪಾರ ಒತ್ತಡವನ್ನು ನಮ್ಮ ಮೈಯು ಸಹಿಸು ವಂತಿದ್ದರೆ, ನಾವು ಈ ಒತ್ತಡದ ಪರಿಮಾಣವನ್ನು ಅಳೆದು ತಿಳಿಯಲಾರೆವು. ಆದರೆ ಆಗ ಥಕ್ಕನೆ ಹೊರಗಿನಿಂದ ನೆಪ್ಚೂನ್‌ಗ್ರಹದಿಂದ ಕೇವಲ ಅನಿಲಗಳನ್ನು ತುಂಬಿದ ಚಿಕ್ಕ ಡಬ್ಬಿಯನ್ನು ಹಿಡಿದೊಬ್ಬ ಮನುಷ್ಯ – ಪಾಸ್ಕಲನೆಂದೇ ಈತನನ್ನು ಕರೆಯಿರಿ –ಸಾಗರತಲಕ್ಕಿಳಿದು ಬಂದರೆ, ಆ ಡಬ್ಬಿಯು ಹಾಗೆಯೇ ಉಳಿಯ ಲಾರದು. ನೋಡುತ್ತಿದ್ದಂತೆಯೇ ಇದು ಸುತ್ತಲಿನ ಅಪಾರ ಒತ್ತಡ, ಪೀಡನೆಗಳ ಕಾರಣದಿಂದ ಮುದ್ದೆ ಮುದ್ದೆಯಾಗಿ ಸಂಕೋಚಗೊಳ್ಳುವುದು. ನೀರಿನ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಇದು ಉದ್ದ, ಅಗಲ ಮತ್ತು ದಪ್ಪ ಹೀಗೆ ಮೂರು ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯುಳ್ಳದ್ದಾಗಿತ್ತು ಎಂಬ ವಿಚಾರವೂ ತಿಳಿಯದೆಹೋಗುವಷ್ಟರ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಇದು ಮುದುಡಿಹೋಗುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾದರೋ ಸುತ್ತಲೂ ವರ್ತಿಸುತ್ತಲಿರುವ ಅಪಾರ ಒತ್ತಡದ ಬಲಗಳು.

ನಾವಾದರೋ ದ್ರವ ಸಾಗರದ ತಲದಲ್ಲಿ ವಾಸಿಸುತ್ತಲಿಲ್ಲ; ಆದರೆ ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಲೂ ವ್ಯಾಪಿಸುತ್ತಿರುವ ಅಂತರಿಕ್ಷವೂ ಕೂಡ ಅನಿಲಗಳ ಸಾಗರವಾಗಿದೆ. ಅನಿಲಗಳ ದೆಸೆಯಿಂದೊದಗುವ ಅಪಾರ ಒತ್ತಡವು ನಮ್ಮನ್ನು ಸುತ್ತಲೂ ಒತ್ತುತ್ತಲಿದೆ. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಇದೋ, ಈ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಎತ್ತಿ, ಅತ್ತ ಇಡಬಲ್ಲೆವು. ನೆಲದ ಮೇಲೆ ಇಡಲಾದ ಪುಸ್ತಕದ ಮೇಲಿಂದ ಗಾಳಿಯ ಭಾರವೆಲ್ಲವೂ ವರ್ತಿಸುತ್ತಲಿದ್ದು, ತೋರಿಕೆಗೆ ಕೆಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ಇಷ್ಟೇ ಗಾಳಿಯಿಲ್ಲದಿದ್ದರೂ, ಅಲ್ಲಿನ ಅಲ್ಪಸ್ವಲ್ಪ ಗಾಳಿಯ ಒತ್ತಡವು ಕೆಳಮುಖವಾದ ಒತ್ತಡಕ್ಕೆ ಸಮಾನವಿದೆ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ನಾವು ಸುಲಭವಾಗಿ ಈವಸ್ತುವನ್ನು ಎತ್ತುತ್ತೇವೆ. ಹಿಂದೆ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿದ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ –ಗಾಳಿಗೆ ಭಾರವಿದೆ, ಎಂದು ತೋರಿಸುವ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ, ನಾವು ತವರದ ಡಬ್ಬಿ ಯಿಂದ ಗಾಳಿಯನ್ನೆಲ್ಲಾ ಶೋಷಿಸಿ ತೆಗೆಯುತ್ತೇವೆ, ಇದರ ದೆಸೆಯಿಂದ ಡಬ್ಬಿಯು ಸುತ್ತಲೂ ಕುಸಿದು ಮುದ್ದೆಯಾಗುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ, ಆ ಡಬ್ಬಿಯನ್ನು ಹೊರಗಿನ ಗಾಳಿಯು ತನ್ನ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಒತ್ತಡದಿಂದ

ಒತ್ತುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಡಬ್ಬಿಯೊಳಗಿಂದ ಈ ಬಲಕ್ಕೆ ಇದಿರಾದ ಪ್ರತಿಬಲವೇನೂ ಇಲ್ಲದ ನಿಮಿತ್ತ ಡಬ್ಬಿಯು ಕುಸಿದುಬಿಡುತ್ತದೆ. ಸಾಗರದ ಆಳದಲ್ಲಿ ಅನಿಲ ತುಂಬಿದ ಡಬ್ಬಿಯು ಹೇಗೆ ಮುದ್ದೆಯಾಗುತ್ತದೆಯೋ, ನಮ್ಮ ಅನಿಲಗಳ ಅಂತರಿಕ್ಷದ ತಲದಲ್ಲಿ ನಿರ್ವಾತಪ್ರದೇಶದ ಆವರಣವು ಹೀಗೆಯೇ ಕುಸಿದು, ಮುದ್ದೆಯಾಗುವುದು. ನಮ್ಮ ಭೂತಲದ ಮೇಲೆ ಅಂತರಿಕ್ಷದ ಅನಿಲಗಳ ಭಾರದ ಕಾರಣದಿಂದ ಪ್ರತಿ ಚದರ ಇಂಚಿನ ಮೇಲೆ ಸುಮಾರು 15 ಪೌಂಡು ಭಾರ ಬಲವು ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಇದು ಸಾಮಾನ್ಯ ಬಲವೇನೂ ಅಲ್ಲ. ಚಿತ್ರ 22ರಲ್ಲಿನ ಪಾತ್ರೆಯನ್ನು ಕೈಯಿಂದ ಮುಚ್ಚಿ ಹಿಡಿದಿದ್ದೇವೆ ಎನ್ನಿರಿ. ಕೈಯ ಮೇಲೂ ಕೆಳಗೂ ಗಾಳಿಯು ಇದೆ. ಇದು ಕೈಯನ್ನು ಸಮಾನ ಬಲಗಳಿಂದ ಒತ್ತುತ್ತಲಿದ್ದು ಯಾವ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲೂ ಫಲಿತಬಲವೊಂದು ವರ್ತಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಕೈಯನ್ನು ಯಾವ ಬಲವೂ ಮೇಲಕ್ಕಾಗಲಿ, ಕೆಳಕ್ಕಾಗಲೀ ಒತ್ತುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಕೈಯು ಹೀಗೆಯೇ ಇದ್ದು ಪಾತ್ರೆಯ ಗಾಳಿಯನ್ನು–ಎಲ್ಲವನ್ನೂ ಶೋಷಿಸಿಬಿಟ್ಟರೆ, ಆಗ ಗಾಳಿಯ ಮೇಲಿನಿಂದ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಮಾತ್ರ ಒತ್ತುವುದು. ಇದನ್ನು ಅಲ್ಲಿಂದ ತೆಗೆಯಬೇಕಾದರೆ ಸುಮಾರು 50–60 ಪೌಂಡು ಭಾರದಷ್ಟರ ಬಲವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಬೇಕು; ಇಲ್ಲದೆ ಹೋದರೆ, ನಾವು ಕೈಯನ್ನು ಅಲುಗಿಸಲಾರೆವು, ಮೇಲಕ್ಕೆತ್ತಲಾರೆವು, ಕಾರಣ, ಇಂಥದೇ ಬಲವನ್ನು ಪಾತ್ರೆಯೊಳಗಿನ ಗಾಳಿಯು ಮೇಲ್ಮುಖವಾಗಿ ಕೈಯ ಮೇಲೆ ತೋರುವುದಿಲ್ಲ.

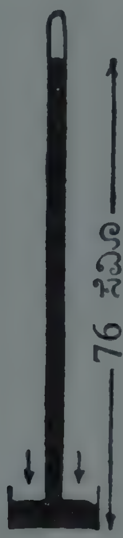


ಚಿತ್ರ 22: ವಾತಾವರಣದ ಒತ್ತಡದ ಫಲವಾಗಿ

ವಾತಾವರಣದ ಗಾಳಿಯು ಹೇಗೆ ಒತ್ತುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಚಿಕ್ಕ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಸ್ಪಷ್ಟೀಕರಿಸಬಹುದು. ಒಂದು ಅಡಿಗೆಯ ಪಾತ್ರೆಯನ್ನು ಮತ್ತು ಚಿಕ್ಕ ಗಾಜಿನ ಟಂಬ್ಲರನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಎರಡನ್ನೂ ನೀರಿನಿಂದ ತುಂಬಿರಿ. ಟಂಬ್ಲರಿನೊಳಗೆ ಸ್ವಲ್ಪವೂ ಗಾಳಿಯು ಉಳಿದುಕೊಳ್ಳಬಾರದು ಹಾಗೆ ಅವನ್ನು ತುಂಬಿ, ಇದರ ಬಾಯಿಯನ್ನು ಚಿಕ್ಕ ರಟ್ಟಿನಿಂದ ಮುಚ್ಚಿಬಿಡಿರಿ. ಆಗ ಥಕ್ಕನೆ ಆದೇ ಟಂಬ್ಲರನ್ನು ಮಗುಚಿ ಇದರ ಬಾಯಿಯನ್ನು ಚಿಕ್ಕ ರಟ್ಟಿನಿಂದ ಮುಚ್ಚಿಬಿಡಿರಿ. ಆಗ ಥಕ್ಕನೆ ಇದೇ ಟಂಬ್ಲರಿನೊಳಗೆ ನೀರು ಹೆಚ್ಚೆಂದರೆ $1-\frac{1}{2}$ ಪೌಂಡು ಭಾರವಿರಬಹುದು; ಆದರೆ ಹೊರಗೆ ಗಾಳಿಯು ಆ ಮುಚ್ಚಳದ ಮೇಲೆ ಸುಮಾರು 50–60 ಪೌಂಡು ಭಾರದ ಬಲದಿಂದ ಒತ್ತುತ್ತಲಿದೆ, ಈ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ಮುಚ್ಚಳವು ಕೆಳಗೆ ಬೀಳುವುದಿಲ್ಲ. ಸರಿಯಾಗಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಟಂಬ್ಲರಿನ ವ್ಯಾಸವು 2″ ಇದ್ದಾಗ ಆ ಮುಚ್ಚಳದ ಮೇಲಣ ಒತ್ತಡವು ಪ್ರತಿ ಚದರ ಇಂಚಿಗೆ 14.7 ರಾತ್ತು ಭಾರದ ಪ್ರಕಾರ ಒಟ್ಟು ಪೀಡನೆಯು 46 ಪೌಂಡು ಭಾರವಾಗುತ್ತದೆ, ಇಷ್ಟು ಬಲವು ಮೇಲ್ಮುಖವಾಗಿ ರಟ್ಟಿನ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತಲೂ

ಸುಲಭವಾಗಿ ರಟ್ಟಿನ ಭಾರ ಮತ್ತು ಮೇಲಿನಿಂದ ಕೆಳಮುಖವಾಗಿ ಒತ್ತುತ್ತಲಿರುವ ನೀರಿನ ಭಾರವನ್ನು ಇದಿರಿಸಿ, ರಟ್ಟನ್ನು ಅದರ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲೇ ತಡೆದು ಹಿಡಿಯುತ್ತದೆ; ನೀರನ್ನು ಕೆಳಕ್ಕೆ ಹರಿಯಗೊಡುವುದಿಲ್ಲ.

ಸುಮಾರು ಕ್ರಿ. ಶ. 1634ರಲ್ಲಿ ಗೆಲಿಲಿಯೋವಿನ ಪ್ರಮುಖ ಶಿಷ್ಯರಲ್ಲೊಬ್ಬನಾದ ಟೊರಿಸೆಲ್ಲಿ ಎಂಬಾತನು ಮೊದಲು ತನ್ನ ವಾಯುಭಾರಮಾಪಕ (ಒತ್ತಡವನ್ನು ನಿಶ್ಚಯಿಸುವ ಯಂತ್ರವನ್ನು ರಚಿಸಿ ಕೊಂಡನು. ಸುಮಾರು 80 ಸೆ.ಮೀ. ಉದ್ದದ ನಳಿಗೆಯೊಂದನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು (ಒಂದೆಡೆ ಮುಚ್ಚಿದ್ದು ಇನ್ನೊಂದೆಡೆ ಬಾಯಿ ತೆರೆದಿರುವ) ಇದರಲ್ಲಿ ಗಾಳಿಗೆ ಎಳ್ಳಷ್ಟೂ ಅವಕಾಶವಿಲ್ಲದಂತೆ ಪಾದರಸವನ್ನು ತುಂಬಿದನು. ಹಾಗೆ ತುಂಬಿದ ನಂತರ ಇದನ್ನು ಬುಡ ಮೇಲಾಗಿಸಿ, ಇದರ ಬಾಯಿಯನ್ನು ಬೆಟ್ಟಿನಿಂದ ಒತ್ತಿ ಹಿಡಿದು, ಒಂದು ಚಿಕ್ಕ ಪಾತ್ರೆಯೊಳಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಲಾದ ಪಾದರಸದೊಳಗೆ ಅದನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಿಟ್ಟು ಬಾಯಿಯ ಮುಚ್ಚಳವನ್ನು (ಕೈಯ ಬೆಟ್ಟನ್ನು) ತೆಗೆದನು. ಚಿತ್ರ 23ರಲ್ಲಿ ತೋರುವಂತೆ ಇದನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಿ ದಾಗಲೋ, ಪಾದರಸವೆಲ್ಲ ಕೆಳಪಾತ್ರೆಯೊಳಗೆ ಹರಿದುಹೋಗುವ ಬದಲು, ನಳಿಗೆಯೊಳಗೆ ಹೊರ ತಳ ದಿಂದ 76 ಸೆ.ಮೀ. ಎತ್ತರದ ತನಕ ಮಾತ್ರ ಉಳಿಯಿತು. 76 ಸೆ.ಮೀ. ಎತ್ತರದ ಪಾದರಸದ ಕಾಂಡವೋ ತಾನು ಸಾಕಷ್ಟು ಭಾರವಿರುವ ದ್ರವಕಾಂಡವೇ. ಇದನ್ನು ಯಾವ ಬಲದಿಂದ ಆಧರಿಸಿಕೊಳ್ಳ ಲಾಗಿದೆ? ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆಯನ್ನು ಮೊದಲು ಆತನು ಉತ್ತರಿಸಬೇಕಾಯಿತು ಗಾಳಿಯ ಒತ್ತಡವು



ಚಿತ್ರ 23: ಟೊರಿಸೆಲ್ಲಿಯ ಭಾರಮಾಪಕ

ಸುಮಾರು ಇಷ್ಟೇ ಇದ್ದುದರಿಂದ ಹೊರಗಿನ ಒತ್ತಡವೇ ಪಾದರಸದ ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ಅದೇ ತಲದಲ್ಲಿ ನಳಿಗೆಯೊಳಗೆ ಕೂಡ ಇದ್ದು ಇದು ಸರ್ವತೋಮುಖವಾದ ಕಾರಣ, ಮೇಲ್ಮುಖವಾಗಿಯೂ ವರ್ತಿಸುತ್ತ ಲಿದ್ದು, ಅಲ್ಲೇ ಮೇಲಿರುವ ಉದ್ದನಾದ ಪಾದರಸಕಾಂಡವನ್ನು ಎತ್ತಿಹಿಡಿಯುತ್ತದೆ; ಅದನ್ನು ಕೆಳಗೆ ಬೀಳಲು ಬಿಡುವುದಿಲ್ಲ ಎಂದೇ ಈತನು ಅನುಮಾನಿಸಿದನು. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಮೇಲಿರುವ 4 ಸೆ.ಮೀ. ಉದ್ದದ ನಳಿಗೆಯ ಭಾಗವಾದರೋ ಶುದ್ಧ ನಿರ್ವಾತಪ್ರದೇಶವೆಂಬುದನ್ನೂ ಈತನು ತೋರಿಸಿದನು. 76 ಸೆ.ಮೀ. ಇಲ್ಲವೆ 30 ಇಂಚು ಉದ್ದ ಹಾಗೂ 1 ಚದರ ಇಂಚು ವಿಸ್ತೀರ್ಣವುಳ್ಳ ಪಾದರಸದ ಕಾಂಡದ ಭಾರವು ಚ. ಇಂಚಿಗೆ 14.7 ರಾತ್ಲು ಇರುತ್ತದೆಂದ ಬಳಿಕ ವಾತಾವರಣದ ಗಾಳಿಯ ಒತ್ತಡವೂ ಇಷ್ಟೇ ಇರತಕ್ಕುದು ಎಂಬುದೂ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ ಹೇಗೆನ್ನುವಿರಾ?

ಘನ ಅಡಿ ನೀರಿನ ಭಾರ 62.5 ರಾತ್ಲು, ಪ್ರತಿ ಘನ ಇಂಚು ನೀರಿನ ಭಾರವು $\frac{62.5}{1728} = .0361$ ರಾತ್ಲುಗಳಷ್ಟು 30 ಇಂಚು ಎತ್ತರದ ರಸಕಾಂಡದಿಂದ ಒತ್ತಡವು ಪ್ರತಿ ಚದರ ಇಂಚಿಗೆ ಅಷ್ಟೇ ಎತ್ತರದ

ನೀರಿನ ಕಾಂಡದ ಒತ್ತಡದ 13.6 ಪಾಲು ಇರಬೇಕಷ್ಟೆ ಅಂದರೆ, ಇದು 30 × 0361 ರಾತ್ಲು ಭಾರ × 13.6 = 14.71 ರಾತ್ಲುಗಳಷ್ಟು.

ಸುಮಾರು 5 ವರ್ಷಗಳ ನಂತರ, ಪಾಸ್ಕಲನು ತಾನೂ ಇಂಥ ವಾಯುಭಾರಮಾಪಕವೊಂದನ್ನು ರಚಿಸಿ, ಇದನ್ನು ಫ್ರಾನ್ಸಿನಲ್ಲಿನ ಒಂದು ಪರ್ವತದ ತುದಿಗೆ ಕೊಂಡುಹೋದನು. ಪರ್ವತದ ತುದಿಯಲ್ಲಿ ಪಾದರಸದ ಕಾಂಡವು 68 ಸೆ.ಮಿ. ಎತ್ತರಕ್ಕಷ್ಟೇ ನಿಂತಿತು. ಪರ್ವತದಷ್ಟು ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಮೇಲೆ ಅಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿರುವ ಗಾಳಿಯೂ ಕಮ್ಮಿಯಷ್ಟೇ. ಆದುದರಿಂದ ಈ ಗಾಳಿಯ ಒತ್ತಡವೂ ಕಮ್ಮಿ ಇದ್ದು, ಈ ಭಾರವನ್ನು ಅಲ್ಲಿನ ಪಾದರಸಕಾಂಡವು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ ಎಂದು ಈತನು ಅನುಮಾನಿಸಿದನು. ಅಲ್ಲದೆ, ಮತ್ತು ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ಹೋದಂತೆ ವಾಯುಭಾರಮಾಪಕವು ಕೆಳಕ್ಕೆ ಇಳಿಯುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆಂದೂ, ಈತನು ಸಕಾರಣವಾಗಿ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದನು. ಅಂತೂ ಪರ್ವತಗಳ ಎತ್ತರದ ನಿರ್ಣಯದ ಬಗ್ಗೆ ವಾಯುಭಾರ ಮಾಪಕವನ್ನುಪಯೋಗಿಸಬಹುದೆಂಬ ತತ್ವವು ಪಾಸ್ಕಲನ ಕಾಲದಿಂದ, ಆತನ ಈ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಸ್ವೀಕೃತವಾಯಿತು. ವಾಯುಭಾರಮಾಪಕ ಮತ್ತು ಉನ್ನತಿಮಾಪಕಗಳ ರಚನೆ ಮತ್ತು ಅವು ಹೇಗೆ ಕಾರ್ಯವೆಸಗುತ್ತವೆ ಎಂಬಿವನ್ನು ಮುಂದಿನ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಪಾದರಸದ ವಾಯುಭಾರಮಾಪಕವು 76 ಸೆ.ಮಿ. ಇಲ್ಲವೆ 30 ಇಂಚುಗಳಷ್ಟು ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ನಿಲ್ಲುತ್ತದೆ. ಹಾಗಾದರೆ, ರಸದ ಬದಲು ನೀರನ್ನು ನಾವು ಉಪಯೋಗಿಸಿದರೆ ಎಷ್ಟು ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ನೀರಿನ ಕಾಂಡವನ್ನು ಹೊರಗಿನ ಗಾಳಿಯ ಒತ್ತಡವು ಆಧರಿಸಬಹುದು? ರಸದ ಸಾಕ್ಷೇಪ ಭಾರವು 13.596; ಆ ಪ್ರಯುಕ್ತ ನೀರಿನ ಭಾರಮಾಪಕದ ಎತ್ತರವು ಅವಶ್ಯವಾಗಿಯೂ 30 × 13.596 ಇಂಚು ಇಲ್ಲವೆ, ಸುಮಾರು 34 ಅಡಿಗಳಷ್ಟು. ನೀರಿನ ವಾಯುಭಾರಮಾಪಕದ ಎತ್ತರವು 34 ಅಡಿ ಇದ್ದುದರಿಂದಲೇ ನೀರಿನ ಪಂಪಿನಿಂದ (pump) 34 ಅಡಿಗಳನ್ನು ಮಿಗುವ ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ನೀರನ್ನು ಎತ್ತಲಾರೆವು. ಅಂಥ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಗಾಳಿಯ ಒತ್ತಡವು ಒತ್ತಿ ನೀರನ್ನು ಎತ್ತಲಾರದು, ಇದರೊಡನೆ ಹೊರಗಿನಿಂದ ಸಾಕಷ್ಟು ಬಲವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಬೇಕು. ಇಂಥ ಪಂಪುಗಳನ್ನು 'ಬಲಪ್ರಯೋಗ ಪಂಪು' (force pump) ಗಳೆನ್ನಬಹುದು.

ನಮ್ಮ ವಾತಾವರಣವಿಲ್ಲದೆ ಹೋದರೆ? ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತಲೂ ನಮ್ಮ ಅಂತರಿಕ್ಷವು–ಅನಿಲಗಳ ಕವಚದ ವಾತಾವರಣವು–ಎಷ್ಟು ಮೈಲಿಗಳ ತನಕ ಚಾಚಿರುತ್ತದೆ? ಇದನ್ನು ನಿಖರವಾಗಿ ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕಿ ಹೇಳಬಲ್ಲೆವೆ? ಹೇಳಲಾರೆವೇನೋ ನಿಜ. ಆದರೆ, ಇಷ್ಟನ್ನು ಮಾತ್ರ ಊಹಿಸಬಲ್ಲೆವು. ಅಂತರಿಕ್ಷವಿಲ್ಲದೆ ಹೋದರೆ ನಮ್ಮ ದಿನದ ಬೆಳಕು, ಆಕಾಶದ ನೀಲಿಮೆಯ ಸೌಂದರ್ಯ ಇವೆರಡೂ ಇಲ್ಲದೆ ಹೋಗುತ್ತಿತ್ತು. ಹಗಲಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನು ಇನ್ನೂ ಪ್ರಖರವಾಗಿ ಬೆಳಗುತ್ತಲಿದ್ದನು; ರಾತ್ರೆಹೊತ್ತು, ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಸ್ಪಷ್ಟವಾದ ಚುಕ್ಕೆಗಳಂತೆ, ಈಗ ಕಾಣುವುದಕ್ಕಿಂತ ಪ್ರಖರವಾದ ಜ್ಯೋತಿಗಳಂತೆ, ಕಂಡುಬರುತ್ತಲಿದ್ದುವು.

ಈ ಪುಸ್ತಕವು ಅಚ್ಚಾಗುವಷ್ಟರಲ್ಲಿ (1962) ಸುಮಾರು 25 ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಅಮೇರಿಕನರಿಂದ ಹಾರಿಸಲ್ಪಟ್ಟು ಭೂಮಿಗೆ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಬಂದಿವೆ; ಕೆಲವು ಇನ್ನೂ ಬರುತ್ತಲಿವೆ. ಅಲ್ಲದೆ. ಇಷ್ಟರ ತನಕ (1962) ಎರಡು ಅಮೇರಿಕನರು ಮತ್ತು 4 ರಷ್ಯನರು ವ್ಯೋಮಯಾತ್ರಿಕರಾಗಿ ವಿಹರಿಸಿರುವರು. ಗಂಟೆ ಒಂದರ ಸುಮಾರು 10,000ದಿಂದ 17,500 ಮೈಲುಗಳಷ್ಟು ವೇಗದಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯಿಂದ 118–186 ಮೈಲುಗಳ ಉತ್ತರದಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಗೆ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಬಂದಿರುವರು. ಇಂಥ ಯಾತ್ರೆಗಳ ಮೂಲಕ ಹೊರ ಅಂತರಿಕ್ಷವನ್ನು ಕುರಿತ ಅಪಾರ ಜ್ಞಾನವು ಸಂಗ್ರಹಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ಆದರೆ, ಇನ್ನೂ ಎತ್ತರ ಹಾರುತ್ತಾ ಚಂದ್ರನನ್ನು ಸೇರಬೇಕಾದರೆ ಮತ್ತೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿವರಗಳ ಸಂಗ್ರಹವು ಅತ್ಯವಶ್ಯವಿದೆ.:

ಅಂದರೆ, ಆಯಾಯ ಗೋಲದ ರಚನೆ, ಫಾನ್ ಎಲ್ಲನ್ ಕವಚ, ವಿಶ್ವಕಿರಣಗಳು, ಗಾಮಾಕಿರಣಗಳು ಇವೆಲ್ಲವುದರ ನಿಕಟ ಪರಿಚಯವು ವ್ಯೋಮಯಾನಕ್ಕೆ, ಅಂತರ್ಗ್ರಹಯಾನಕ್ಕೆ ಅತ್ಯವಶ್ಯವಿದೆ. ಹೊರ ಅಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯಿಂದ ತೀರ ಹೊರಗೆ, ಸೌರವ್ಯೂಹದಲ್ಲೋ, ಅದಕ್ಕೂ ಹೊರಗೇ ಇರುವ ಪದಾರ್ಥ ಸಂಚಯಗಳೋ ಇಲ್ಲಿ, ಅಲ್ಲಿ ಎಂಬಂತೆ ತೀರ ಅತ್ಯಲ್ಪ ಭಾಗಗಳಲ್ಲೇ ವಿನಾ ಎಲ್ಲಿಯೂ ಪದಾರ್ಥ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ದಟ್ಟವಾಗಿರುವುದು ಈ ತನಕ ಕಂಡುಬಂದಿಲ್ಲ. ನಮ್ಮ ಭೂಮಿಯ ಮಾತನ್ನು ಬಿಡಿರಿ. ನಮ್ಮ ಇಡೀ ಸೌರವ್ಯೂಹವಾದರೋ ವಿಶ್ವದ ರಚನೆ ಹಾಗೂ ವ್ಯಾಪ್ತಿಗಳೊಡನೆ ಹೋಲಿಸಿಕೊಂಡಾಗ ಅತಿ ಕ್ಷುದ್ರ ಭಾಗವನ್ನಷ್ಟೇ ಆಕ್ರಮಿಸಿದೆ. ದೊಡ್ಡ ವಿಶಾಲವಾದ ಸಮುದ್ರದ ಕಿನಾರೆಯಲ್ಲಿನ ಮಳಲ ಕಣ ಗಳೆಷ್ಟು? ಇವುಗಳೊಡನೆ ಹೋಲಿಸಿಕೊಂಡರೆ ಒಂದು ಮಳಲ ಕಣದಷ್ಟು ಪ್ರದೇಶವನ್ನೂ ನಮ್ಮ ಸೌರ ವ್ಯೂಹವು ಆವರಿಸಿಲ್ಲವೆಂದುಕೊಂಡರೆ, ಈ ಸತ್ಯ ವಿಷಯವು ಎಷ್ಟು ವಿಚಿತ್ರವಾಗಿಲ್ಲ!? ನಮ್ಮ ವಿಶ್ವವೆಲ್ಲವೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಅಂಧಕಾರಮಯವೇ, ಅಲ್ಲದೆ ಬಹಳ ಶೀತಲವೂ ಆಗಿದೆ. ಅಲ್ಲಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ನಕ್ಷತ್ರಗಳೋ ಸೂರ್ಯರೋ, ಅವುಗಳ ವ್ಯೂಹಗಳೋ, ಇಲ್ಲವೆ ನಮ್ಮ ಸೂರ್ಯ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿರುವಂಥ ಆಕಾಶಗಂಗೆ (milkyway, ನಕ್ಷತ್ರಪಥಗಳು)ಗಳೋ ಇವೆ. ಪದಾರ್ಥವಿರುವಲ್ಲೆಲ್ಲ-ಇದು ಸಾಂದ್ರವಾಗಿದ್ದು ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರವಾಗುವ ವಿಕಿರಣಗಳನ್ನು ಹೊರಹೊಮ್ಮಿಸುವಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಪ್ರಕಾಶವು ಕಾಣುತ್ತದೆ; ಇನ್ನೆಲ್ಲೆಡೆಯಲೂ ಅಂಧಕಾರವೇ ವ್ಯಾಪಿಸಿರುತ್ತದೆ, ಹೀಗಿದೆ ನಮ್ಮ ಹೊರ ವಿಶ್ವ. ಇದರಲ್ಲಾದರೋ ನಮ್ಮ ಇರವು ಅತ್ಯಲ್ಪ – ಶೂನ್ಯವೆಂದೇ ಎಣಿಸಿಕೊಂಡರೂ ತಪ್ಪೇನೂ ಇಲ್ಲ. ಭೂಮಿಯಿಂದ ಮಿಲಿಯಗಟ್ಟಳೆ ಮೈಲು ಹೊರಗೆ ಎಲ್ಲಾದರೂ ಅಂತರಿಕ್ಷವಿಲ್ಲದ ಎರಡು ಗ್ರಹಗಳ ಮೇಲೆ ನಿಂತ ಇಬ್ಬರು ಮಾನವರು ಪರಸ್ಪರ ಸಂಭಾಷಿಸಬಲ್ಲರೆ? ಅಂತರಿಕ್ಷದ ಮಾಧ್ಯಮವಿಲ್ಲದೆಹೋದರೆ ನೇರ ಸಂಪರ್ಕದ ವಿಚಾರವಂತೂ ಇಲ್ಲವಷ್ಟೇ. ಅಂದರೆ ಮಾತುಗಳೇನೂ – ಶಬ್ದವೇನೂ – ಅಷ್ಟು ದೂರಕ್ಕೆ ಹಾಗೂ ಮಾಧ್ಯಮವಿಲ್ಲದೆ ಸಂಚರಿಸಲಾರದು. ಇನ್ನೂ ಇಬ್ಬರೇ ಇದ್ದು ಆಧುನಿಕ ಸಂಪರ್ಕದ ಸಲಕರಣೆಗಳಿಲ್ಲದೆ ಹೋದರೆ, ಒಬ್ಬ ಮತ್ತೊಬ್ಬನ ಅಸ್ತಿತ್ವವನ್ನೇ ಅರಿತುಕೊಳ್ಳುವಂತಿಲ್ಲ. ಹಾಗೆ ಅರಿತುಕೊಂಡರೂ ಅವರ ನಡುವಣ ಸಂಪರ್ಕವು ಬಹಳ ವಿಚಿತ್ರವಾಗಿ ಬೆಳೆಯುವ ಸಂಭವವಿದೆ. ಇಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲ; ಹಾಗೆ ಅನಂತ ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲೋ ತೂಗುತ್ತಲಿರುವ ಈ ಮನುಷ್ಯರ ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ದಿಕ್ಕುಗಳಿಗೂ ಅರ್ಥವಿಲ್ಲದೆ ಹೋದೀತು; ಸಮಯದ ಅರ್ಥವೂ ಇವರಿಗೆ ಆಗುವ ಸಂಭವವೇ ಇಲ್ಲ. ಈ ಮನುಷ್ಯರಿಬ್ಬರೂ ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ತೂಗು ಹಾಕಲ್ಪಟ್ಟಿದ್ದರಂತೂ, ಅಂದರೆ, ಯಾವ ಭ್ರಮಿಸುತ್ತಲಿರುವ ಗ್ರಹವೋ, ಸೂರ್ಯನೋ ಇವುಗಳ ಮೇಲೆ ನಿಂತಿರದಿದ್ದರೆ, ಎಲ್ಲ ಚಲನೆಯೂ, ಸಮಯದ ಹರಿವೂ, ಮಾತುಗಳು, ಶ್ರವಣ ಇತ್ಯಾದಿ ಎಲ್ಲಾ ವಿಚಾರ ಗಳೂ ಇವರ ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಅರ್ಥಹೀನವೇ. ಅಂಥ ಅವಸ್ಥೆಯನ್ನು ನಾವು ಸುಲಭವಾಗಿ ಚಿತ್ರಿಸಿಕೊಳ್ಳ ಲಾರೆವು.

ಹಾಗಾದರೆ, ನಮ್ಮ ಭೂಮಿಯು ಅತಿ ಕ್ಷುದ್ರ ದೂಳಿನಂಥ ಕಣ. ಇದರ ಮೇಲೆ ವಾಸಿಸುವ ನಾವು ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಲಿನ ಎಷ್ಟೋ ವಿಚಾರಗಳನ್ನು ಅವಶ್ಯವೆಂದು ಪರಿಕಲ್ಪಿಸಿರುತ್ತೇವೆ. 'ನಮ್ಮ ಸೂರ್ಯ ರಾತ್ರಿ ಬೆಳಗಲಾರ, ಹಗಲಲ್ಲೇ ಪ್ರಕಾಶವನ್ನೀಯುತ್ತಾನೆ,' ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಲೂ ಅಂತರಿಕ್ಷವಿದ್ದು ಇದು ಶಬ್ದದ ಹರಿವಿಗೆ, ಬೆಳಕು, ಶಾಖಗಳ ಕ್ರೌರ್ಯದ ಶಮನಕ್ಕೆಲ್ಲಾ ಕಾರಣವಾಗಿದೆ. ಇವಿಲ್ಲದೆ ಸಾಧ್ಯವೇ? ಎನಿಸುತ್ತದೆ. ಆದರೆ, ಹೊರ ವಿಶ್ವದಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಇವುಗಳ ಇಲ್ಲದಿರುವಿಕೆಯೇ ಸಾಮಾನ್ಯ ನಿಯಮವೇ ವಿನಾ, ಇರುವಿಕೆಯಲ್ಲ. ಶೂನ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ವಸ್ತುಗಳೇ ಇಲ್ಲ.. ಇದ್ದಲ್ಲಿ ಆ ವಸ್ತುಗಳ ಭಾರವೆಂಬುದೂ ಇಲ್ಲ. ಭಾರವಿಲ್ಲದಿರುವಿಕೆಯೇ ಸಾಮಾನ್ಯ ನಿಯಮ ಎಂದರೆ ನಿಮಗೆ ಆಶ್ಚರ್ಯವಾಗದಿರದು. ಹೀಗೆ ಮಿಲಿಯ, ಮಿಲಿಯ, ಮಿಲಿಯಗಟ್ಟಳೆ ಮೈಲಿಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಶೂನ್ಯವೇ ವಿನಾ ಪದಾರ್ಥಸಂಚಯವೇನೂ

ಹೆಸರು	ಹೊರಾಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸಿದ ವ್ಯೋಮಯಾತ್ರಿಗಳು ಕಕ್ಷೆಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ	ಚಲಿಸಿದ ದೂರ (ಮೈಲಿಗಳಲ್ಲಿ)	ತೇದಿ
ಯೂ. ರಿ. ಎ. ಗಗರಿನ್	1	25,000	12–4–1961
ಗ್ಹೆರ್ಮನ್ ಟಟೋವ್	17	437,000	6–7–8–1961
ಜೋನ್ ಎಚ್. ಗ್ಲೆನ್	3	81,000	20–2–1962
ಎಮ್. ಸ್ಕಾಟ್ ಕಾರ್ಪೆಂಟರ್	3	81,000	24–5–1962
ಆಂಡ್ರಿಯನ್ ನಿಕೊಲಿಯೆನ್	64	1,625,000	11ರಿಂದ 14–8–1962
ಪಾವೆರ್. ಆರ್. ಪೊಪೊವಿಚ್	48	1,242,000	12ರಿಂದ 14–8–1962

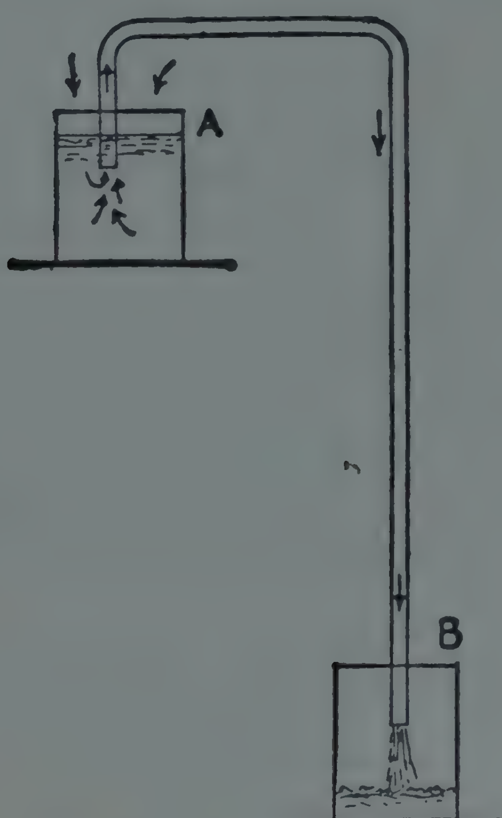
ಕಂಡುಬಾರದ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದೆ ನಮ್ಮ ವಿಶ್ವ. ಅಥವಾ ವಿಶ್ವದ ಹೆಚ್ಚಿನಂಶವೆಲ್ಲಾ ಶೂನ್ಯ, ಕಡು ಶೀತಲ ಅಂಧ ಕಾರಮಯವೇ. ಕೇವಲ ಅಲ್ಪ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಅಲ್ಲಿ,ಇಲ್ಲಿ ಎಂಬಂತೆ, ಪದಾರ್ಥಸಂಚಯಗಳು ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ.

ಸ್ಟ್ರಾ(Straw)ವಿನ ಮೂಲಕ ಶೀತಲ ಪಾನೀಯಗಳನ್ನು ಎಳೆಯುವಾಗ, ಈ ಪಾನೀಯವನ್ನು ಮೇಲೆ ತಳ್ಳುವುದು ವಾತಾವರಣವೇ – ವಾತಾವರಣದ ಒತ್ತಡವೇ–. ಅಂದರೆ, ಸ್ಟ್ರಾವಿನ–ನಳಿಗೆಯಲ್ಲಿನ–ಗಾಳಿಯನ್ನು ನೀವು ಮೇಲೆಳೆದು, ಅಲ್ಲಿ ನಿರ್ವಾತಪ್ರದೇಶವನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತೀರಿ. ಆಗ ನಳಿಗೆಯ ಹೊರಗೆ, ಅಂತರಿಕ್ಷದ ಒತ್ತಡವು ದ್ರವತಲದ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತಲಿದ್ದು ನಳಿಗೆಯ ಕೆಳತುದಿಯಲ್ಲಿ ದ್ರವ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಒತ್ತಡವು ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ; ಕೂಡಲೆ, ಇದು ದ್ರವವನ್ನು ನಳಿಗೆಯೊಳಕ್ಕೆ ತಳ್ಳುತ್ತದೆ. ದ್ರವವನ್ನು ಮೇಲಕ್ಕೆಳೆದು ಅದರ ಮೇಲ್ತುದಿಯನ್ನು ಬೆಟ್ಟಿನಿಂದ ಮುಚ್ಚಿ ಹಿಡಿದರೆ, ನಳಿಗೆಯನ್ನು ಮೇಲಕ್ಕೆತ್ತಿದರೂ ದ್ರವ ಕೆಳಗೆ ಚೆಲ್ಲುವುದಿಲ್ಲ. ಥಕ್ಕನೆ ಆ ಬೆಟ್ಟನ್ನು ತುದಿಯಿಂದ ತಪ್ಪಿಸಿದರೆ, ನಳಿಗೆಯೊಳಗಿನ ದ್ರವಕಾಂಡವು ಹಾಗೆಯೇ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಬೀಳುವುದು. ಅಂದರೆ, ಆಗ ಈ ದ್ರವಕಾಂಡದ ಇಕ್ಕಡೆಗಳಲ್ಲೂ ಅಂತರಿಕ್ಷದ ಒತ್ತಡವು ಸಮನಾಗಿದ್ದು ಈ ಹೆಚ್ಚಿನ ಭಾರದ ದ್ರವವು ತನ್ನ ಗರಿಷ್ಠ ಸಮತೋಲಸ್ಥಿತಿ ಹಾಗೂ ಕನಿಷ್ಟ 'ಸ್ಥಿತಿಶಕ್ತಿ' (minimum potential energy) ಯ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಹರಿದುಬಿಡುವುದು. ಅಂತರಿಕ್ಷದ ಒತ್ತಡವೇ ಶಾಯಿಯನ್ನು ಎತ್ತುವ ನಳಿಗೆಯಲ್ಲೂ, ಡಾಕ್ಟರರು ಔಷಧವನ್ನು ಹುಡುಹುಂಡಾಗಿ ಚಿಮುಕಿಸುವ ನಳಿಗೆಗಳಲ್ಲೂ ಉಪಯುಕ್ತವಾಗುತ್ತಲಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ನೆನೆಯಬಹುದು. ಔಷಧವನ್ನು ಎತ್ತಿದ ನಳಿಗೆಯೊಳಗೆ ಗಾಳಿಯ ಒತ್ತಡವು ಹೆಚ್ಚಿದೊಡನೆ ಔಷಧವು ಕೆಳಮುಖವಾಗಿ ಹರಿಯುತ್ತದೆ, ಒತ್ತುವುದನ್ನು ಬಿಟ್ಟಾಗ, ಹಾಗೆಯೇ ನಿಲ್ಲುತ್ತದೆ; ಹೀಗೆ ಮೇಲಿನ ತಿದಿಯನ್ನು ಒತ್ತುತ್ತ, ಬಿಡುತ್ತ,ಇಷ್ಟ ಬಂದಂತೆ, ದ್ರವದ ಹುಂಡುಗಳನ್ನು ಹರಿಯಗೊಡಬಹುದು. ಶಾಯಿಯನ್ನೆತ್ತುವ ನಳಿಗೆಯಿಂದ ಗಾಳಿಯನ್ನೊತ್ತಿ ಹೊರಗೆ ಹರಿಯಗೊಟ್ಟಾಗ, ನಳಿಗೆಯೊಳಗೆ ಗಾಳಿಯ ಒತ್ತಡವು ಕಮ್ಮಿಯಾಗುತ್ತದೆ; ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ಪುನಃ ರಬ್ಬರಿನ ತಿದಿಯನ್ನೂ ಬಿಟ್ಟಾಗ, ಒತ್ತಡದ ಈ ಕೊರತೆಯನ್ನು ತುಂಬಲೆಂಬಂತೆ, ಶಾಯಿಯು ಹರಿದು ನಳಿಗೆಯೊಳಗೆ ಚಿಕ್ಕ ಕಾಂಡವೊಂದು ನಿಲ್ಲುತ್ತದೆ. ಅನಂತರ ಬೇಕಾದಾಗ ತಿದಿಯನ್ನೊತ್ತಿ, ಈ ಶಾಯಿಯನ್ನು ಪುನಃ ಹೊರಕ್ಕೆ ಚೆಲ್ಲಬಹುದು. ಮುಚ್ಚಿದ ಪಾತ್ರೆಯೊಂದರಿಂದ ಹೊರಗೆ ಹಾಲನ್ನೋ, ಎಣ್ಣೆಯನ್ನೋ ತೆಗೆಯಲು ಮುಚ್ಚಳದಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ರಂಧ್ರವನ್ನು ಮಾಡಿ ದ್ರವವನ್ನು ಸುರುವಲು ಯತ್ನಿಸಿರಿ. ಅಷ್ಟು ಸುಲಭದಲ್ಲಿ ದ್ರವವು ಹೊರಕ್ಕೆ ಹರಿಯುವುದಿಲ್ಲ; ಕಾರಣ, ಆಗ ದ್ರವವು ಬರಲೆತ್ನಿಸಿದಾಗ ಆ ಜಾಗವನ್ನು ಆಶ್ರಯಿಸಲೆಳಸುವ ಗಾಳಿಯು ಮೇಲಕ್ಕೆ ಒತ್ತುತ್ತ, ಈ ದ್ರವದ ಹರಿವನ್ನು ವಿರೋಧಿಸು

ತ್ತದೆ. ಆದರೆ, ಮುಚ್ಚಳದಲ್ಲಿ ಪುನಃ ಒಂದು ರಂಧ್ರವನ್ನು ಮಾಡಿರಿ. ಆಗಲಾದರೋ ದ್ರವವು ಸುಲಭವಾಗಿ ಹೊರಗೆ ಹರಿಯುತ್ತದೆ, ಅಂದರೆ, ಒಂದು ರಂಧ್ರದ ಮೂಲಕ ದ್ರವವು ಹರಿದಂತೆ ಇನ್ನೊಂದರ ಮೂಲಕ ಗಾಳಿಯು ಒಳಗೆ ಹೊಕ್ಕು ಖಾಲಿ ಜಾಗವನ್ನು ಆಕ್ರಮಿಸಿಬಿಡುತ್ತದೆ.

ಸೈಫನ್-ಉದ್ಧಾರ ನಾಳ- (Siphon): ದ್ರವವನ್ನು ಒಂದು ಪಾತ್ರೆಯಿಂದ ಇನ್ನೊಂದಕ್ಕೆ ಸ್ಥಳಾಂತರಿಸುವ ನಳಿಗೆಯೇ–ಮುಖ್ಯ ದ್ರವವನ್ನು ಕದಡಿಸದೇನೇ ಇದನ್ನು ಮೆಲ್ಲನೆ ಆಚೆಗೆ ಹರಿಯಿಸುವ ನಳಿಗೆಯೇ-ಉದ್ಧಾರನಾಳ ಇಲ್ಲವೆ ಸೈಫನ್. ಚಿತ್ರ 24 ನ್ನು ನೋಡಿರಿ. A ಎಂಬುದು ಎತ್ತರದ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿನ ಪಾತ್ರೆ. B ಕೆಳಗಿನ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿರುವ ಪಾತ್ರೆ. Aಯಲ್ಲಿ ದ್ರವವಿದ್ದು, B ಯು ಖಾಲಿ ಇದೆ. ಈ ಸೈಫನ್ ಇಲ್ಲವೆ ಉದ್ಧಾರನಾಳವಾದರೋ ಉದ್ದವಾದ ವಕ್ರ ಇಲ್ಲವೆ ಎರಡು ಎಡೆಯಲ್ಲಿ ಲಂಬವಾಗಿ ಬಾಗಿರುವ ನಳಿಗೆ. ಇದನ್ನು ಪೂರ್ತಿಯಾಗಿ ದ್ರವದಿಂದ ತುಂಬಿಸಿ ಒಂದು ತುದಿಯನ್ನು Aಯಲ್ಲಿನ ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಿಟ್ಟರೆ ದ್ರವವು A ಯಿಂದ B ಗೆ ಸರಾಗವಾಗಿ ಹರಿಯಲಾರಂಭಿಸುವುದು, ಹರಿಯುತ್ತಲೇ ಇರುವುದು. ಹಾಗೆ ಹರಿಯುವಾಗ ಮೊದಲು ತನ್ನ ಹೊರಮಟ್ಟದಿಂದ ಮೇಲೇರುತ್ತಲೂ, ಅನಂತರ ಕೆಳಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಇಳಿಯಲಾರಂಭಿಸಿ ಹರಿಯುತ್ತಲೇ ಹೋಗುವುದು. ಇದು ಹೇಗೆ?

ವಕ್ರನಳಿಗೆಯ ಒಂದು ಭಾಗವಾದರೋ ಹೆಚ್ಚು ಉದ್ದವಿದ್ದು B ಯನ್ನು ಸಮೀಪಿಸುವುದಷ್ಟೆ. ಈ ನಳಿಗೆಯ ಭಾಗದಲ್ಲಿನ ನೀರು ಮಾತ್ರ 5 ಪೌಂಡು ಭಾರವಿದೆ ಎನ್ನಿರಿ. ಆಗ ಇದರ ಮೇಲೆ (15–5) ಪೌಂಡು ಭಾರದ ಒತ್ತಡವು ವರ್ತಿಸುತ್ತಲಿದ್ದು ಆ ಕಾಂಡವನ್ನು ಮೇಲಕ್ಕೆ ತಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಆಗ ನಳಿಗೆಯ



ಚಿತ್ರ 24: ಸೈಫನ್ (ಉದ್ಧಾರನಾಳ)

ಆಚೆ ತುದಿ Aಯಲ್ಲಿ ಜಲಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿ 14ಪೌಂಡು ಭಾರವು ನೀರನ್ನೊ, ದ್ರವವನ್ನೋ ಮೇಲಕ್ಕೆ ತಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆಯೇ A ಯಲ್ಲಿರುವ ಹೆಚ್ಚಿನ ಒತ್ತಡವು (Bಗಿಂತ ಎಂದು ಅರ್ಥ) ವರ್ತಿಸುತ್ತಲಿದ್ದು ದ್ರವವು ಸರಾಗವಾಗಿ AB ಯ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಹರಿಯುತ್ತಲೇ ಇರುತ್ತದೆ.

ರಾಬರ್ಟ್ ಬಾಯ್ಲ್ (Robert Boyle) ಐರ್ಲೇಂಡಿನ ಲಿಸಮೋರ್ ಅರಮನೆ ಕೊರ್ಕ್‌ನ ಅಧಿಪತಿಗೆ 25-1-1627ರಲ್ಲಿ ಜನಿಸಿದ ಮಗನೇ ಮುಂದೆ ರಾಬರ್ಟ್ ಬಾಯ್ಲ್ ಎಂದು ವಿಖ್ಯಾತನಾದ ವಿಜ್ಞಾನಿ. ಚಿಕ್ಕಂದಿನಿಂದಲೂ ಬಾಯ್ಲ್ ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿಯನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತಲಿದ್ದನು. ತನ್ನ ಹದಿನೇಳನೆಯ ವಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಈತನು 'ಅದೃಶ್ಯ ಸಂಸ್ಥೆ' (Invisible College) ಎಂದು ಕರೆಯಲಾದ ಒಂದು ಸಂಸ್ಥೆಯ ಸದಸ್ಯನಾದನು. ಈ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಸದಸ್ಯರೆಲ್ಲರೂ ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿಯುಳ್ಳವರಾಗಿದ್ದರು. ಮುಂದೆ, ಇವರೇ ಲಂಡನಿನ ರಾಯಲ್ ಸೊಸ್ಯಾಟಿ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನದ ಹಿರಿಯ ಸಂಸ್ಥೆಯನ್ನೂ ಸ್ಥಾಪಿಸಿದರು. ಸುಮಾರು 1654 ರಲ್ಲಿ ಬಾಯ್ಲ್ ಗಾಳಿ ಮತ್ತು ಇತರ ಅನಿಲಗಳ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಅಭ್ಯಸಿಸಲು ಆರಂಭಿಸಿದನು, ಮತ್ತು ಮುಂದಿನ ವರ್ಷದಲ್ಲೇ ಆದ 'ಗಾಳಿಯ ಭೌತ, ಯಾಂತ್ರಿಕ ರಚನೆ ಮತ್ತು ಅದರ ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್‌ಸದೃಶ ವರ್ತನೆಗಳು' ಎಂಬ ದೀರ್ಘ ಗ್ರಂಥವನ್ನು ಬರೆದನು. ಇದರಲ್ಲೇನೋ, ಅನೇಕ ವಿಚಾರಗಳನ್ನು –ಹೊಸ ಶೋಧಗಳನ್ನು–ಆತನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದ್ದರೂ, ಈ ವಿಚಾರಗಳನ್ನು ಜನ ಸ್ವಾಗತಿಸಲಿಲ್ಲ. ಈ ಬಗ್ಗೆ ಅವರಲ್ಲಿ ಸಮಾಧಾನವನ್ನುಂಟುಮಾಡಲು ಬಾಯ್ಲ್ ತನ್ನ ಎಂಟನೆಯ ಗ್ರಂಥವನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದನು. ಇದರಲ್ಲಷ್ಟೇ ಆತನ ಹೆಸರಿನಲ್ಲಿ ಇಂದೂ ಪ್ರಖ್ಯಾತವೆನಿಸಿದ ಬಾಯ್ಲ್‌ನ ನಿಯಮವು "ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದಷ್ಟು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯುಳ್ಳ ಅನಿಲದ ಒತ್ತಡವು, ಆ ಅನಿಲವು ಆಕ್ರಮಿಸಿರುವ ಘನಾವಕಾಶಕ್ಕೆ ವಿಲೋಮಾನುಪಾತದಲ್ಲಿದೆ" ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ.

ಅನಿಲದ ಗಾತ್ರ ಮತ್ತು ಅದರ ಒತ್ತಡಗಳನ್ನು ಸಂಬಂಧಿಸುವ ಈ ಸೂತ್ರವಾದರೋ ಅನಿಲಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ಮುಖ್ಯ ಪ್ರಮೇಯಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು. ಒಂದಷ್ಟು ಅನಿಲವನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಸ್ಥಿರ ಶಾಖದ ಸನ್ನಿವೇಶದಲ್ಲಿ ಅದರ ಗಾತ್ರವು ಅರ್ಧದಷ್ಟಾಗುವಂತೆ ಅಮುಕಿರಿ. ಅನಿಲದ ಒತ್ತಡವು ದ್ವಿಗುಣಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ಅನಿಲದ ಗಾತ್ರವು ಎರಡು ಪಾಲಾಗುವಂತೆ ಅದನ್ನು ವಿಸ್ತಾರಗೊಳಿಸಿರಿ. ಆಗ ಒತ್ತಡವು ಅರ್ಧದಷ್ಟಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂತೂ ಸ್ಥಿರ ಶಾಖದ ಸನ್ನಿವೇಶದಲ್ಲಿ ಒತ್ತಡ ಮತ್ತು ಗಾತ್ರಗಳ ಗುಣಲಬ್ಧವು ಸ್ಥಿರಾಂಕವೇ.

ಒಂದಷ್ಟು ಅನಿಲದಲ್ಲಿ ಮಿಲಿಯ ಮಿಲಿಯಗಟ್ಟಳೆ ಅಣುಗಳಿರುವವಷ್ಟೇ. ಇವು ಪರಸ್ಪರ ತಕ್ಕಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿರುವಾಗ ಇವುಗಳಿಗೆ ಸಂಚಾರಕ್ಕೆ ತಕ್ಕಷ್ಟು ಅನುಕೂಲವಿದೆ. ಗಾತ್ರವನ್ನು ಅರ್ಧಪಾಲು ಮಾಡಿದಾಗ ಸಂಚಾರದ ಅನುಕೂಲವು ಕಮ್ಮಿ ಆದಂತೆ, ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದನ್ನು ಒಂದು ಎರಡರಷ್ಟು ಪಾಲು ಹೆಚ್ಚು ಬಾರಿ ಢಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆಯುತ್ತವೆ.ಇದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಪಾತ್ರೆಯ ಗೋಡೆಗಳಿಗೆ ಹೊಡೆದು ಹೆಚ್ಚಿನ ಬಲದಿಂದಲೂ ಅವನ್ನು ತಳ್ಳುತ್ತವೆ; ಎಂದರೆ, ಅನಿಲವು ತೋರುವ ಒತ್ತಡವು ದ್ವಿಗುಣಿತವಾಗುತ್ತದೆ, ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಈ ನಿಯಮವನ್ನು ನಾವು ಸುಲಭವಾಗಿ ವಿವರಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

ಭಾಗ ಐದು

ಪದಾರ್ಥದ ದೃಷ್ಟ (Visible) ಚಲನೆ

ದಟ್ಟನಾದ ಮಂಜನ್ನು ಹಾದು ಬೆಳಕು......ಐಸಾಕ್ ನ್ಯೂಟನ್......ನ್ಯೂಟನ್‌ನ ಮೊದಲ ನಿಯಮ......ಘರ್ಷಣೆ......ಜಡತ್ವದ ನಿಯಮ......ಕೇಂದ್ರಾಭಿಮುಖ ಬಲ...... ಕೇಂದ್ರ ಪರಾಙ್ಮುಖ ಬಲ......ಗ್ರಹಗಳ ಚಲನೆ......ನ್ಯೂಟನನ ಎರಡನೆಯ ನಿಯಮ...... ಮೂರನೆ ನಿಯಮ......ಸಮತೋಲದಲ್ಲಿನ ಬಲಗಳು.....ಸಮಾನಾಂತರ ಚತುರ್ಭುಜ ಸೂತ್ರ ......ಲೋಲಕ......ಸಮತೋಲದ ಸ್ಥಿತಿಗಳು......ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆ ನಿಯಮ......ಇತರ ಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆ......ಗುರತ್ವಾಕರ್ಷಣೆ ಇಲ್ಲದೆ ಜೀವ, ಜೀವದ ಕುರುಹು...... ದ್ರವಗಳ ಚಲನೆ......ಡೇನಿಯಲ್ ಬರ್ನೋಲಿ......ಬರ್ನೋಲಿಯ ನಿಯಮ......ವಾಯು ವಿಮಾನಗಳಲ್ಲಿನ ಪ್ಲಾವನ......ಪ್ರೊಪೆಲರ್‌ನ ಚಲನೆ......ಚೂಪಾದ ನಳಿಗೆಯ ಮೂಲಕ ದ್ರವದ ಪ್ರವಾಹ ಹಾಗೂ ನಿರ್ಗಮ.

ಸುಮಾರು ಕ್ರಿ. ಶ. 16ನೇ ಶತಮಾನದ ಮಧ್ಯದ ತನಕವೂ ಇಟೆಲಿಯು ಅಂಧಶ್ರದ್ಧೆ ಮತ್ತು ಮತೀಯಭಾವನೆಗಳಲ್ಲಿನ ಆಸಕ್ತಿಗಳ ತವರೂರೆನಿಸಿತ್ತು. ಸ್ವತಂತ್ರ ವಿಚಾರ, ಕಲ್ಪನೆ ಮತ್ತು ಬೌದ್ಧಿಕ ವಿಕಾಸಕ್ಕೇನೂ ಆ ದೇಶದಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷ ಪ್ರಾಧಾನ್ಯವಿರಲಿಲ್ಲ. ವಿದ್ಯೆಯಲ್ಲೂ, ಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ವಿಚಾರಗಳಲ್ಲೂ ಅರಿಸ್ಟಾಟಲ್‌ನ ಪ್ರತಿಪಾದನೆಗಳೇ ಸರ್ವಸ್ವವೆನಿಸಿದ್ದ ಕಾಲವದು. 1 ರಾತ್ತ್ಲ, 100 ರಾತ್ತ್ಲಗಳ ತೂಕವಿರುವ ಎರಡು ಗುಂಡುಗಳನ್ನು ಒಂದೇ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಎತ್ತರದಿಂದ ಬೀಳಗೊಟ್ಟರೆ, ಹೆಚ್ಚು ತೂಕದ ಗುಂಡು ವೇಗತರವಾಗಿ ಕೆಳಗೆ ಬಂದು ಬೀಳುತ್ತದೆ! ಇದು ಆರಿಸ್ಟಾಟಲ್‌ನ ಪ್ರತಿಪಾದನೆ. ಇದೇ ಸತ್ಯ, ಇದನ್ನು ಸರಿನೋಡುವ ಅಧಿಕಾರವು ಕೂಡ ಯಾವ ಜಿಜ್ಞಾಸುವಿಗೂ ಇರಲಿಲ್ಲ. ಹಾಗೆಯೇ, ಭೂಮಿಯು ನಿಂತಲೇ ಇದ್ದು, ಇದರ ಸುತ್ತಲೂ ಸೂರ್ಯನೂ, ನಕ್ಷತ್ರಗಳೂ ತಿರುಗುತ್ತಲಿದ್ದರು ಎಂಬ ಅರಿಸ್ಟಾಲಿನ ಪ್ರತಿಪಾದನೆಯನ್ನು ಅಲ್ಲಗಳೆಯುವ ಸಾಹಸವೂ ಯಾವನಿಗೂ ಇರಲಿಲ್ಲ.

ಹೀಗೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಜನೆಯ ವಿಧಾನಗಳೆಲ್ಲವೂ, ಜ್ಞಾನದ ತತ್ವಗಳೆಲ್ಲವೂ ವಿಶಾಲವಾಗಿರದೆ, ವ್ಯಾಪಕ ವಾಗಿರದೆ, ಸಂಕುಚಿತವಾಗಿದ್ದುವು. ಯಾವ ವಿಚಾರವನ್ನೂ ತರ್ಕಿಸುವ ಸ್ವಾಂತ್ರ್ಯವೂ ರಾಜಕೀಯ ಯಾ ಬೌದ್ಧಿಕ ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯವೂ ವಿಚಾರಿಗಳಿರಲಿಲ್ಲ. ಶಾಲೆಗಳಲ್ಲಿ, ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯಗಳಲ್ಲಿ ಅರಿಸ್ಟಾಟಲನ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳೇ ಬೈಬಲಿನ ಪ್ರತಿಪಾದನೆಗಳಷ್ಟೇ ಪಾವನವೆನಿಸಿದ್ದ ಕಾಲವದು.

ಇಂಥ ಕಾಲದಲ್ಲಿ, ಇಂಥ ರಾಜಕೀಯ ಮತ್ತು ಸಾಮಾಜಿಕ ಆವರಣದಲ್ಲಿ 15–2–1564ರಲ್ಲಿ ವಿನ್ಸೆನ್ಸಿಯೊ ಗೆಲಿಲೈ ಎಂಬಾತನ–ಗಣಿತಜ್ಞ ಅಧಿಕಾರಿಯ–ಮಗನೊಬ್ಬನು ಜನಿಸಿದನು. ಇವನೇ ಮುಂದೆ ಗೆಲಿಲಿಯೋ ಎಂದು ಪ್ರಖ್ಯಾತನಾದವನು.

1581ರಲ್ಲಿ ಗೆಲಿಲಿಯೋ ವೈದ್ಯವಿದ್ಯೆ ಕಲಿಯಲೆಂದು ಪೀಸಾ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿದನು. ಅಂದರೆ, ಆತನಿಗೆ ವೈದ್ಯವಿದ್ಯೆ ಏನೇನೂ ರುಚಿಸಲಿಲ್ಲ; ಬದಲು ಗಣಿತ ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನಗಳು ಈತನನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸಿದುವು. ಅನೇಕ ವೇಳೆ, ಈತನು ಆರಿಸ್ಟಾಟಲಿನ ಭಾವನೆಗಳು ತಪ್ಪೆಂದು ಕ್ಲಾಸಿನಲ್ಲೋ ಹೊರಗೋ ಹೇಳಿದಾಗ, ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳೂ, ಅಧ್ಯಾಪಕರೂ ಈತನನ್ನು ಗೇಲಿಮಾಡಿದ್ದರು; ಅಲ್ಲದೆ, ಸ್ವತಂತ್ರ ವಿಚಾರ ಪ್ರತಿಪಾದನೆಯ ಕಾರಣದಿಂದ ಈತನು ಪರೀಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಅಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದ ಗುಣಗಳನ್ನೇ ಪಡೆಯುತ್ತಲಿದ್ದನು.

ಒಮ್ಮೆ ಪೀಸಾದಲ್ಲಿ ಚರ್ಚಿನಲ್ಲಿ ಕುಳಿತಿದ್ದಾಗ, ಮೇಲ್ಗಡೆ ತೂಗುಹಾಕಿದ ದೀಪಗಳು ಆಂದೋಲಿತವಾಗುತ್ತಲಿದ್ದುವು, ಇದನ್ನು ಗಮನಿಸಿದ ಗೆಲಿಲಿಯೋ ಈ ಆಂದೋಲನಗಳು ಕ್ರಮಬದ್ಧವಾಗಿವೆ ಎಂದು ತೋರಿಸಿದನಲ್ಲದೆ, ಸರಳ ಲೋಲಕದ (Simple Pendulum) ಆಂದೋಲನಗಳ ಸೂತ್ರಗಳನ್ನೂ ಈತನೇ ಆಗ ಮೊತ್ತಮೊದಲು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದನು. ಅನಂತರ ಕೆಲ ದಿನಗಳಲ್ಲೇ, ಈತನು ಭೂಮಿಗೆ ಬೀಳಗೊಡಲಾಗುವ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿನ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವನ್ನು ಗುಣಿಸಿದನಲ್ಲದೆ, ಸಮವೇಗದಿಂದ, ಸಮವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದಿಂದ ಚಲಿಸುವ ವಸ್ತುಗಳ ದೂರ, ಅವಧಿ ಮತ್ತು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಸೂತ್ರಗಳನ್ನೂ ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಭೂಮಿಯ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಧರ್ಮವೂ ಈತನಿಗೆ ಹೊಳೆದಿರಬೇಕು; ಆದರೆ, ಇದರ ಸಮರ್ಪಕ ಪರಿಚಯವನ್ನು ಮುಂದೆ ಇವನ ಕಾಲಾನಂತರದಲ್ಲಷ್ಟೇ ನ್ಯೂಟನ್ ಒದಗಿಸಿದನೆನ್ನಬಹುದು.

ಗಣಿತದಲ್ಲಿನ ಅಭ್ಯಾಸವು ಗೆಲಲಿಯೋವನ್ನು ಪ್ರಖ್ಯಾತನನ್ನಾಗಿ ಮಾಡಿತು. 1592ರಲ್ಲಿ ಈತನನ್ನು ಪಾಡುವಾ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಆಚಾರ್ಯನನ್ನಾಗಿ ಮಾಡಿದರು. ಇಲ್ಲಿಯಾದರೋ ಈತನು ತಾನು ಸತ್ಯವೆಂದರಿತುದನ್ನಷ್ಟೇ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದನಲ್ಲದೆ, ಪರಂಪರೆಯಿಂದ ಬಂದ ಜ್ಞಾನವನ್ನೇ ಸರ್ವಸ್ವವೆಂದು ಸಾರಲಿಲ್ಲ.

ಕ್ರಿ. ಶ. 1609ರಲ್ಲಿ ಈತನು ದೂರದರ್ಶಿನಿ (telescope) ಯನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿದನು. ಈ ನೂತನ ನಿರ್ಮಾಣದ ಕಾರಣದಿಂದಲಾದರೂ ಈತನು ಚಿರಸ್ಮರಣೀಯನಾಗಿದ್ದಾನೆ; ಕಾರಣ, ಇದರಿಂದ ದೂರ ಜಗತ್ತುಗಳ, ಗ್ರಹಗಳ, ಉಪಗ್ರಹಗಳ, ಚಂದ್ರ, ಸೂರ್ಯರ ಮತ್ತು ಸೌರವ್ಯೂಹದಿಂದಲೂ ಹೊರಗಿನ ವಿಶ್ವದ ಪರಿಚಯವು ಲಭಿಸಿತು. ಚಂದ್ರನು ಕೂಡ ನಮ್ಮಂಥ ಲೋಕ, ಇದರಲ್ಲೂ ಏರು ತಗ್ಗುಗಳಿವೆ, ಹೊಂಡಗಳಿವೆ, ಎತ್ತರದ ದಿನ್ನೆಗಳು, ಆಳವಾದ ಕಂದಕಗಳು ಹೇರಳ ಇವೆ ಎಂದು ಮೊದಲು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟವನೇ ಗೆಲಿಲಿಯೋ. ಹಾಗೆ ಸಹಸ್ರಗಟ್ಟಳೆ ಮಿಲಿಯ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ–ಸೂರ್ಯರ–ಸಮುದಾಯವೇ ನಮ್ಮ ದುಗ್ಧ ಪಥವೆಂದು ತೀರ್ಮಾನಿಸಿದವನೂ ಗೆಲಿಲಿಯೋ. ಇವನ್ನೂ ಮತ್ತಿತರ ಸೌರವ್ಯೂಹದ ರಚನೆಯ ವಿವರಗಳನ್ನೂ ಈತನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ, ಮುಂದಿನ ಖಗೋಲಜ್ಞರೆನಿಸಿದ ಕೆಪ್ಲರ್ ಮೊದಲಿಗರಿಗೆ ಮಾರ್ಗದರ್ಶಕನೆನಿಸಿದನು. ಅಂತೂ ವಿವಿಧ ಗ್ರಹಗಳೆಲ್ಲವೂ–ಭೂಮಿಯು ಕೂಡ, ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತಲೂ ಭ್ರಮಿಸುತ್ತಲಿವೆ ಎಂದು ಮೊತ್ತಮೊದಲು ತೋರಿಸಿದ ಕೀರ್ತಿಯಾದರೋ ಗೆಲಿಲಿಯೋವಿಗೆ ಸಲ್ಲುವಂಥದು.

ಗೆಲಿಲಿಯೋವಿನ ಅಭಿಪ್ರಾಯಗಳು ಬೈಬಲಿನ ಅಭಿಪ್ರಾಯಗಳಿಗೆ ವ್ಯತಿರಿಕ್ತವಾಗಿದ್ದುವು. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ, ಅಂದಿನ ಕ್ರೈಸ್ತ ಗುರುಗಳು ಈತನ ಅಭಿಪ್ರಾಯಗಳನ್ನು ಶಾಸ್ತ್ರವಿರುದ್ಧ, ಸಂಪ್ರದಾಯವಿರುದ್ಧವೆಂದು ತೆಗಳಿದರು, ಈತನು ದಂಡನಾರ್ಹನೆಂದೂ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದರು. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಗೆಲಿಲಿಯೋ ಅಜ್ಞಾತವಾಸವನ್ನನುಭವಿಸಬೇಕಾಗಿ ಬಂದರೂ ಆತನು ಗುಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ತನ್ನ ಸತ್ಯಾನ್ವೇಷಣೆಯ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮವನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸುತ್ತಲೇ ಇದ್ದನು. 1632ರಲ್ಲಿ ತನ್ನ ಮೊದಲ ಬೃಹದ್ಗ್ರಂಥವನ್ನು ರಚಿಸಿ ಮುದ್ರಿಸಿದನು. 1–10–1632ರಲ್ಲಿ ಈತನನ್ನು ತಪ್ಪಿತಸ್ಥನೆಂದು ಸಾರಿದುದಲ್ಲದೆ, ಕ್ರೈಸ್ತಗುರುಗಳ ಮುಂದೆ ಹಾಜರಾಗಬೇಕೆಂದೂ ಆಜ್ಞಾಪಿಸಲಾಯಿತು. ಮೊದಲು ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಂಡರೂ, ಮುಂದೆ ಫೆಬ್ರವರಿ 1633ರಲ್ಲಿ ಗುರುಗಳ ಮುಂದೆ ಹಾಜರಾದ ಗೆಲಿಲಿಯೋ ತಪ್ಪಿತಸ್ಥನೆಂದೇ ಶಿಕ್ಷೆಗೆ ಗುರಿಯಾದನು. ವಾರಕ್ಕೊಮ್ಮೆ ಈತನು ಪಶ್ಚಾತ್ತಾಪಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಗೀತೆಗಳನ್ನು ಓದುವಂತೆ ಆಜ್ಞಾಪಿಸಲಾಯಿತು. ಇದನ್ನೋದಿದರೂ, ಮುದುಕ ಗೆಲಿಲಿಯೋ "ಮತ್ತೂ ಭೂಮಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ" ಎಂಬ ಮಾತುಗಳನ್ನು ಗುಣುಗುಟ್ಟುತ್ತಲೇ ತನ್ನ ಶಿಕ್ಷೆಯನ್ನು ಅನುಭವಿಸಿದ್ದನು.

ಅಂತೂ ಅಜ್ಞಾನ, ಮತಾಂಧತೆಗಳನ್ನು ತನ್ನ ಜೀವನದ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ವಿರೋಧಿಸಿ ಜ್ಞಾನಪ್ರಸಾರ ವನ್ನು ಮಾಡಲೆಳಸಿದವರಲ್ಲಿ ಗೆಲಿಲಿಯೋ ಮೊದಲಿಗನು. ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಕೆ ಈತನ ಕೊಡುಗೆಯು ಅದ್ವಿತೀಯವಾದುದು; ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಈತನ ಪ್ರಮೇಯಗಳೇ ಮುಂದೆ ನ್ಯೂಟನನ ವಿಚಾರಧಾರೆಗೆ ಪೋಷಕವಾದುವು.

ಐಸಾಕ್ ನ್ಯೂಟನ್ (Issac Newton) ಕ್ರಿ.ಶ. 1643ರಲ್ಲಿ ಜನಿಸಿದ ಐಸಾಕ್ ನ್ಯೂಟನನಾದರೋ ಎಲ್ಲಾ ಕಾಲದಲ್ಲಿ, ಎಲ್ಲಾ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಅಗ್ರಸ್ಥಾನವನ್ನು ಪಡೆದ ಒಬ್ಬ ಮಹಾವ್ಯಕ್ತಿ. ಚಿಕ್ಕಂದಿನಿಂದಲೇ ಈತನ ಬುದ್ಧಿಯು ವಿಕಸಿತವಾಯಿತು. ಚಿಕ್ಕ ಪುಟ್ಟ ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಮೊತ್ತಮೊದಲು ಆಸಕ್ತಿಯನ್ನು ತೋರಿದ ಈತನಾದರೋ, ತನ್ನ ಇಪ್ಪತ್ತನಾಲ್ಕು ವಯಸ್ಸಿನೊಳಗೇ, ಅಂದರೆ, ಈತ ಟ್ರಿನಿಟಿ ಕಾಲೇಜಿನಲ್ಲಿ ಅಭ್ಯಾಸಮಾಡುತ್ತಿರುವಾಗಲೇ, ಮಾನವೇತಿಹಾಸದಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಪ್ರಖ್ಯಾತವೆನಿಸಿದ ಮೂರು ಶೋಧಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿದ್ದನೆಂದರೆ ನಿಮಗೆ ಆಶ್ಚರ್ಯವಾಗದಿರದು. ಇವೇ ಕಲನಶಾಸ್ತ್ರ, ಬೆಳಕಿನ ರಚನೆ ಮತ್ತು ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ನೂತನ ಆವಿಷ್ಕಾರಗಳು. ಸುಮಾರು 1665 ರಲ್ಲೇ ನ್ಯೂಟನ್ ಅವಕಲನ ಮತ್ತು ಸಮಕಲನ (Defferential and Integral) ಗಣಿತ ಭಾಗ ಗಳೆರಡನ್ನೂ ಆವಿಷ್ಕರಿಸಿದ್ದರೂ, ಆತನು ಎಷ್ಟು ನಮ್ರನಾಗಿದ್ದನೆಂದರೆ, ಇವೆರಡರ ಆವಿಷ್ಕಾರಗಳನ್ನು ಆತನು ಬಹಿರಂಗವಾಗಿ ಪ್ರಕಟಿಸಿದುದು 1669ರಲ್ಲೇ. ಹಾಗೆಯೇ, ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ನಿಯಮವನ್ನೂ ಆತನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದುದು. ಮತ್ತೂ ನಂತರ, ಅಂದರೆ, 1686ರಲ್ಲೇ ಎಂಬುದನ್ನು ನೆನೆದರೆ, ಈ ಮಹಾ ಮೇಧಾವಿ ಎಂಥ ವಿನಯಿಯಾಗಿದ್ದ, ನಮ್ರನಾಗಿದ್ದ ಎಂದು ಹೊಳೆಯದಿರದು.

ನ್ಯೂಟನನ 'ಪ್ರಿನ್ಸಿಪಿಯಾ' ಇಲ್ಲವೆ "ನೈಸರ್ಗಿಕ ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರದ ಗಣಿತಸೂತ್ರಗಳು" ಎಂಬ ಗ್ರಂಥವು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಗ್ರಂಥಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಅತಿ ದೊಡ್ಡದು. ಇದನ್ನು ನ್ಯೂಟನ್ ಮೂರು ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಕ್ರಿ. ಶ. 1686ರಲ್ಲಿ ಮತ್ತು 1687ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟಣೆ ಹೊಂದಿದ ಈ ಗ್ರಂಥದ ಮೊದಲ ಎರಡು ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ 'ವಸ್ತುಗಳ ಚಲನೆ'ಯನ್ನು – ವಸ್ತುಗಳ ಜಡತ್ವ, ಸಾಂದ್ರತೆ, ಚಲನೆಗೆ ವಸ್ತು ತಾನೊಡ್ಡುವ ಪ್ರತಿಭಟನೆ, ಇವುಗಳ ತಾರ್ಕಿಕ ಮತ್ತು ಗಣಿತಪ್ರಧಾನವಾದ ಜಿಜ್ಞಾಸೆಗಳು ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಬೆಳಕಿನ ಲಕ್ಷಣ ಮತ್ತು ಸ್ವಭಾವಗಳ ವಿವರಗಳೂ ಇವೆ. ಈ ಭಾಗಗಳಲ್ಲೇ ನಾವು ಕಲನಶಾಸ್ತ್ರದ ಮೂಲ ಭಾವನೆಗಳ ಪ್ರತಿಪಾದನೆ ಯನ್ನು ಕಾಣುತ್ತೇವೆ. ಮೂರನೇ ಭಾಗವನ್ನಾದರೋ ನ್ಯೂಟನನು ಹೂಕ್ (Hooke)ನ ಆಗ್ರಹದ ಕೇಳಿಕೆಯ ಮೇರೆಗೆ ಪ್ರಕಟಿಸಿದನೆನ್ನಲಾಗಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ನಿಯಮದ ಪ್ರತಿಪಾದನೆ ಮತ್ತು ಮೊದಲ ಎರಡು ಗ್ರಂಥಗಳಲ್ಲಿನ ವಿವಿಧ ವಿಚಾರಗಳ ಕ್ರೋಡೀಕರಣವನ್ನು ಕಾಣುತ್ತೇವೆ. ಅಂತೂ ಈ ಗ್ರಂಥವನ್ನು ಇಂದು ಆಧುನಿಕ ಗಣಿತದ ಬೈಬಲ್ ಎಂದೇ ಕರೆಯುವುದು ವಾಡಿಕೆಯಾಗಿದೆ.

ನ್ಯೂಟನನು ಅನ್ನಾಹಾರಗಳ ಪರಿವೆ ಇಲ್ಲದೆ ದೀರ್ಘ ಕಾಲದ ತನಕವೂ ಗಣಿತದ ಪ್ರಮೇಯ ಗಳನ್ನು ಹಿಡಿದುಕೊಂಡು ಹೆಣಗುತ್ತಿದ್ದನಂತೆ. ಈತನ ಗೈಮೆಯು ಅದ್ಭುತವಾದುದು, ಅಪರಿಮಿತ ವಾದುದು, ಆದರೂ ಇಂಥ ಸಾಧಕನಿದ್ದರೂ ಈತನು ಅಷ್ಟೇ ವಿನಯಿಯೂ ಆಗಿದ್ದನು. ಚರಿತ್ರೆ, ದೈವೀ ವಿಚಾರ, ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ ಮೊದಲಾದುವುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಈತನಿಗೆ ಅಭಿರುಚಿಯಿದ್ದು ಈತನು ಗಣಿತ ದಲ್ಲಿನ ತನ್ನ ಸಾಧನೆಯನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವೆಂದೇ ಪರಿಗಣಿಸಿದ್ದನು.

ನ್ಯೂಟನನು ಮೊತ್ತಮೊತಲು ಕಲನಶಾಸ್ತ್ರವನ್ನು ಆರಂಭಿಸಿದಾಗ ಇದು ಯಾವನಿಗೂ ಅರ್ಥ ವಾದಂತಿಲ್ಲ. ಅಷ್ಟು ನೂತನವಾಗಿತ್ತು, ಅಷ್ಟು ಕ್ಲಿಷ್ಟವೂ ಆಗಿತ್ತು ಈ ಗಣಿತದ ವಿಭಾಗ. ಆದರೆ, ಇಂದು ಇಂಜಿನಿಯರಿಂಗ್‌ನ ಎಲ್ಲಾ ವಿಭಾಗಗಳಲ್ಲೂ, ಗಣಿತದ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಕಲನವು ಉಪಯುಕ್ತ

ವಾಗುತ್ತಲಿದೆ. ಈ ಶಾಸ್ತ್ರಭಾಗವು ಅರ್ಥಶಾಸ್ತ್ರದ ವಿಚಾರ, ವಿವೇಚನೆಗೂ ಸಹಕಾರಿಯಾಗಿದೆ ಎಂದ ಬಳಿಕ ಇದೆಷ್ಟು ಉಪಯುಕ್ತವಾದ ಸಾಧನೆಯಾಗಿದೆ ಎಂಬುದು ನಿಮಗೆ ಹೊಳೆಯದಿರದು.

ಕಲನವನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಶುದ್ಧ ಗಣಿತವಾದರೋ ಇಂದು ಎಲ್ಲಾ ವಿಜ್ಞಾನದ ಮುಖ್ಯ ಪರಿಭಾಷೆಯಾಗಿದೆ. ಸಂಕಲನ, ವ್ಯವಕಲನ, ಗುಣಾಕಾರ, ಭಾಗಹಾರಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ ಇತರ ಗಣಿತದ ಕ್ರಿಯೆಗಳಿಗೆಲ್ಲಾ ಕಲನವು ಅತ್ಯವಶ್ಯವೆನಿಸಿದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿಯೇ ಗಣಿತವು ಇಂದು ಅತ್ಯುತ್ಕೃಷ್ಟ ಪಠ್ಯವಿಷಯವೆನಿಸಿದೆ, ಸತ್ಯವನ್ನರಸುವ ಮುಖ್ಯ ಸಾಧನವಾಗಿದೆ. ಎಷ್ಟರ ಮಟ್ಟಿನ ಸತ್ಯವನ್ನು ಇದು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸುತ್ತದೆನ್ನುವಿರಾ?

ನಾಳೆ ಯಾವನೊಬ್ಬ ಖಗೋಲಜ್ಞನು 16–7–1965ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಾತಃ 9-22ಕ್ಕೆ ಬೊಸ್ಟನ್ ಮತ್ತು ನ್ಯೂಯೋರ್ಕ್‌ಗಳ ನಡುವೆ ಸಂಪೂರ್ಣ ಸೂರ್ಯಗ್ರಹಣವೊಂದು ಕಾಣಲಿದೆ ಎಂದು ಹೇಳುತ್ತಾನೆ ಎನ್ನಿರಿ. ಆಗ ಇದು ಖಂಡಿತಕ್ಕೂ ನಡೆಯಲಿರುವ ಘಟನೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಇಂದೇ ನೀವರಿತುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಇದನ್ನರಿತು ಆ ಗ್ರಹಣವನ್ನು ಸಕಾಲದಲ್ಲಿ ಫೋಟೋಗ್ರಾಫ್ ಮಾಡುವ ಸನ್ನಾಹಗಳೊಡನೆ ನೂರುಗಟ್ಟಳೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಹೋಗುತ್ತಾರೆ. ಅನೇಕ ವೇಳೆ ಸೈಕಲ್, ಬಸ್ಸು, ಟ್ರೈನುಗಳಲ್ಲಿ ಜನ ಹೋಗುತ್ತಾರೆ. ಸೂರ್ಯಗ್ರಹಣವನ್ನು ಮುಂದಾಗಿ ಹೇಳಿದ ಕಾಲದಲ್ಲೇ ಈಕ್ಷಿಸಿ ಬರುತ್ತಾರೆ. ಅಂತೂ ಸೂರ್ಯಗ್ರಹಣದ ಚಿತ್ರಣಕ್ಕೆ ಸಹಸ್ರಗಟ್ಟಳೆ ಡಾಲರುಗಳನ್ನು ವೆಚ್ಚಮಾಡಲು ಜನ ಮುಂದಾಗಲು ಅವರು ಗಣಿತದ ಮೇಲೆ ಇಟ್ಟ ಶ್ರದ್ಧೆಯೇ ಕಾರಣವಾಗಿಲ್ಲವೆ?

ಕ್ರಿ. ಶ. 1870ರ ಸುಮಾರಿಗೆ ಬ್ರಿಟಿಶ್ ಗಣಿತಜ್ಞ ಜೇಮ್ಸ್ ಕ್ಲಾರ್ಕ್ ಮ್ಯಾಕ್ಸ್‌ವೆಲ್ ಎಂಬಾತನು ನಾಲ್ಕಾರು ತಾವು ಕಾಗದಗಳ ಮೇಲೆ ಗ್ರೀಕ್ ಅಕ್ಷರಗಳನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದ ಸಂಕೇತಗಳಿಂದ ಹಲವು ಸಮೀಕರಣಗಳನ್ನು ಬರೆದು ಬೆಳಕು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳೆಂದು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದನು. ಈ ಗಣಿತದ ಸಮೀಕರಣಗಳು ಅನೇಕರಿಗೆ ಅರ್ಥಶೂನ್ಯವೆನಿಸಿದರೂ ಮುಂದೆ ಮಾರ್ಕೋನಿ, ಲಾರೆನ್ಸ್, ಹರ್ಟ್ಸ್, ಫ್ಲೆಮಿಂಗ್, ಡಾ। ಫಾರೆಸ್ಟ್ ಮೊದಲಾದವರಿಗೆ ಇವು ಹಾಗೆನಿಸಲಿಲ್ಲ; ಬದಲು, ಇವರು ಆ ಗಣಿತಸೂತ್ರಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಂಡು ಇಂದಿನ ಬಾನುಲಿ (Radio), ಟೆಲಿವಿಶನ್, ರೇಡಾರ್ ಮೊದಲಾದ ಸಾಧನಗಳಿಗೆ ಕಾರಣರಾಗಿದ್ದರೆ; ಇಂದಿನ ಈ ಸಾಧನಗಳಿಗೆಲ್ಲಾ ಮ್ಯಾಕ್ಸ್‌ವೆಲ್ಲನ ಗಣಿತದ ಸೂತ್ರ,ಸಮೀಕರಣಗಳೇ ಕಾರಣವಾದುವು ಎಂದರೆ ನಿಮಗೆ ಆಶ್ಚರ್ಯವಾಗುವದಿಲ್ಲವೆ?

ಹಾಗೆಯೇ ಮುಂದೆ, ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ತನ್ನ ಸಾಮಾನ್ಯ ಮತ್ತು ವಿಶಿಷ್ಟ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾದವನ್ನು ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿದಾಗ, ಅನಂತರ ತನ್ನ ಸಮೀಕೃತ ಕ್ಷೇತ್ರವಾದವನ್ನು ಮುಂದಿರಿಸಿದಾಗ ಇದರ ಅರ್ಥ ಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಮಾಡಿಕೊಂಡವರು ಕೈಬೆರಳೆಣಿಕೆಯಷ್ಟೇ ಮಂದಿ. ಆದರೇನು? ಪುಟಗಟ್ಟಳೆಯ ಮೇಲೆ ಬಿಡಿಸಲಾದ ಈ ಸಮೀಕರಣಗಳೋ ಇಂದಿನ ಪರಮಾಣುಯುಗಕ್ಕೆ ಕಾರಣೀಭೂತವಾಗಿವೆ. ನೂರು ಸಾವಿರ ಜನರಲ್ಲಿ ಒಬ್ಬನಿಗೆ ಕೂಡ ಅರ್ಥವಾಗದ ಈ ಸಮೀಕರಣಗಳು ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ಹುದುಗಿರುವ ಅಪಾರ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೇಗೆ ಒದಗಿಸಬಲ್ಲುವು ಎಂಬುದನ್ನು ಅಗೋಸ್ಟ್ 1939ರಲ್ಲಿ ಡಾ। ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಪ್ರೆ. ರೂಸ್‌ವೆಲ್ಟ್ ಇವರಿಗೆ ತಿಳಿಸಿದೊಡನೆ ಎರಡು ಸಾವಿರ ಮಿಲಿಯ ಡಾಲರುಗಳ ವೆಚ್ಚದಲ್ಲಿ ಮ್ಯಾನ್‌ಹಟನ್ (Manhattan) ಯೋಜನೆಯನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳಲಾಯಿತು. ಅರ್ಥವೇ ಆಗದ ಕೆಲವು ಸಮೀಕರಣಗಳು ಅನುಮೇಯಿಸಿದ ವಿಚಾರದ ಪ್ರಾಪ್ತಿಯ ಬಗ್ಗೆ ಇಷ್ಟು ಅಪಾರ ಹಣದ ವೆಚ್ಚವೆಂದರೆ ನಿಮಗೆ ಆಶ್ಚರ್ಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲವೆ? ಇದು ಇನ್ನೆಲ್ಲಾದರೂ ಅಸಂಭವವೆ! ಆದರೆ, ಗಣಿತದ ಅನುಮಿತಗಳ ಮೇಲೆ ಇಷ್ಟರ ಅಭಿಮಾನ, ನಂಬಿಕೆಗಳು ಇಂದು ಸರ್ವಸಾಧಾರಣವಾಗಿವೆ. ಅಂತೂ ಇಂಥ ನಂಬಿಕೆ ಹಾಗೂ ಆ ಅಪಾರ ಹಣದ ವೆಚ್ಚ ಇವುಗಳ ಫಲವಾಗಿ ಇಂದಿನ ಪರಮಾಣುಯುಗವೂ ಉದಿಸಿದೆ.

ಗಣಿತದ ಅಪಾರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವಾದರೋ ಅದರ ನಿಖರತೆ, ವಸ್ತುಪ್ರಧಾನತೆಗಳನ್ನೇ ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ಇಂದು ಗಣಿತವು ಸರ್ವಸಾಮಾನ್ಯವಾದ ಶಾಸ್ತ್ರವೆನಿಸಿದೆ.

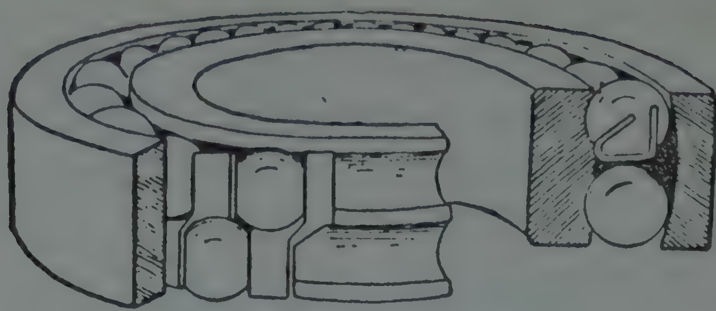
ಈಗ ನ್ಯೂಟನನ ಮೊದಲ ನಿಯಮವನ್ನು ಗಮನಿಸುವ: ಇದನ್ನು ಜಡತ್ವದ ನಿಯಮವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. "ತನ್ನಷ್ಟಕ್ಕೇ ಒಂದು ವಸ್ತು ತನ್ನ ಸಮಚಲನೆಯನ್ನೋ ಇಲ್ಲವೆ ಚಲನೆ ಇಲ್ಲದಿರುವಿಕೆಯನ್ನೋ ಬದಲಿಸಲಾರದು." ಅಂದರೇನು? ತನ್ನಂತೆಯೇ ವಸ್ತುವೊಂದು ಚಲಿಸಲಾರದು, ಸಮಚಲನೆಯಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತು ತನ್ನಷ್ಟಕ್ಕೇ ನಿಲ್ಲಲಾರದು. ಇದನ್ನು ಹೊರಗಿನಿಂದ ಪ್ರಯೋಗಿಸಲಾದ ಬಲವೇ (force) ಮಾಡಬಲ್ಲುದು. ನಿಂತ ವಾಹನವೊಂದನ್ನು ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಲು ಹೊರಗಿನ ಬಲವು ಅವಶ್ಯ, ಹಾಗೆಯೇ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ವಾಹನವೊಂದು ನಿಲ್ಲಲು ಬ್ರೇಕುಗಳೊಡ್ಡುವ ಬಲವು ಹೊರಗಿನ ಅತ್ಯವಶ್ಯ. ಮೋಟಾರು ಕಾರನ್ನು ಹೊರಡಿಸಲು ಪೆಟ್ರೋಲಿನಲ್ಲಿರುವ ಶಕ್ತಿಯು ಬಲವನ್ನೊದಗಿಸುವಂತೆ, ಉಗಿಯಂತ್ರದಲ್ಲಿ ಉಗಿ ಮತ್ತು ನೀರುಗಳು ಅವಶ್ಯವಿರುವ ಬಲವನ್ನೊದಗಿಸುವುವು.

ನಮ್ಮ ನಮ್ಮ ದೇಹಬಲವಾದರೋ ನಮ್ಮ ಸ್ನಾಯುಗಳಿಂದ ಲಭ್ಯವಾಗತಕ್ಕ ಬಲವಿಶೇಷ. ನಮ್ಮ ಮಿದುಳಿನ ಅಧೀನದಲ್ಲಿರುವ ಸ್ನಾಯುಗಳು ತಕ್ಕಂತೆ ವರ್ತಿಸಿ ಈ ಬಲವನ್ನೊದಗಿಸುತ್ತವೆ – ಶಕ್ತಿಯು ವಿನಿಮಯವಾಗುತ್ತದೆ – ಈ ಬಲವನ್ನಾದರೋ ನಮ್ಮ ಆಹಾರದಲ್ಲಿನ ಶಕ್ತಿಯು ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ. ಆಹಾರವನ್ನು ದಿನಗಟ್ಟಳೆ, ಮಾಸಗಟ್ಟಳೆ ತಪ್ಪಿಸಿದರೆ, ಶಕ್ತಿಯು ಪೂರೈಸಲ್ಪಡದೆ, ಬಲಗಳು ಅವಶ್ಯವಿದ್ದಾಗ, ಅವಶ್ಯವಿದ್ದಂತೆಲ್ಲಾ ಒದಗಲಾರವು.

ಸಮಚಲನೆಯಲ್ಲಿನ ವಸ್ತುವೊಂದು ತನ್ನಷ್ಟಕ್ಕೇ ನಿಲ್ಲಲಾರದು ಎಂಬುದೂ ಈ ನಿಯಮದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ಇದು ನಿಜವೇ? ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ಪ್ರತಿ ವಸ್ತುವೂ ಒಂದಲ್ಲ ಇನ್ನೊಂದು ವಸ್ತುವಿನೊಡನೆ ಸಂಪರ್ಕ ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ವಾಹನವೊಂದರ ಗಾಲಿಗಳು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ನಿಂತಿವೆ, ಭೂಸಂಪರ್ಕವನ್ನು ಪಡೆದಿವೆ. ಇವುಗಳ ಅಕ್ಷಗಳೂ ಇನ್ನಿತರ ಭಾಗಗಳೊಡನೆ ಸಂಪರ್ಕ ಪಡೆದಿರುತ್ತವೆ. ತೋರಿಕೆಗೆ ಏನೇನೂ ಆಧಾರವಿಲ್ಲದ ವಿಮಾನವು ಕೂಡ ಅದೃಶ್ಯವಾದ ಗಾಳಿಯ ಸಂಪರ್ಕ ಪಡೆದಿದೆ. ಇಂಥ ಸಂಪರ್ಕಗಳಿಂದ ತಡೆಯು ಚಲನೆಗೆ ಯಾವಾಗಲೂ ಒದಗುತ್ತದೆ. ಬಹುಶಃ ಅಂತರ್ಗ್ರಹ ಯಾನಗಳಗಳ ವೇಳೆ ಮಾತ್ರ ಇಂಥ ಸಂಪರ್ಕಗಳ ಪ್ರಸಂಗ ಹಾಗೂ ಸಮಚಲನೆಗೆ ತಡೆಯ ಪ್ರಸಂಗಗಳು ಕಂಡು ಬರಲಾರವೋ ಏನೋ! ಇದನ್ನು ಮುಂದೆ ವಿವರವಾಗಿ ಪರಿಶೀಲಿಸಲಿರುವಿರಿ.

ಇಂಥ ಸಂಪರ್ಕವು ಘರ್ಷಣೆಗೆ (friction) ಕಾರಣವಾಗಿದೆ; ಉರುಳುವ, ಉಜ್ಜುವ, ಜಾರುವ ಘರ್ಷಣೆಗಳೆಲ್ಲವೂ ವಿವಿಧ ರೂಪದಲ್ಲಿನ ಬಲಗಳೇ. ಈ ಬಲಗಳಿಂದ ಸಮಚಲನೆಯು ವಿರೋಧಿಸಲ್ಪಟ್ಟು ವೇಗವು ಕಮ್ಮಿಯಾಗುವುದು. ಘರ್ಷಣೆಯು ಅಧಿಕವಾದಂತೆ, ವೇಗದ ಕೊರತೆಯಂಶವೂ ಹೆಚ್ಚು ಹಾಗೂ ಕ್ಷಿಪ್ರವೇ; ಅಂದರೆ, ಬಹಳ ಬೇಗನೇ ವೇಗವು ಕಮ್ಮಿಯಾಗುವುದು. ವಿವಿಧ ವಸ್ತುಗಳ ನಡುವಣ ಸಂಪರ್ಕ, ಅಥವಾ ಚಲಿಸುವ ವಸ್ತುವಿಗೊಡ್ಡುವ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ತಡೆಗಳ ನಿಮಿತ್ತ ವೇಗವು ಕಮ್ಮಿಯಾಗುತ್ತದೆ, ವೇಗವು ಅಪಕರ್ಷಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ನಿಸರ್ಗದಲ್ಲಿನ ಇಂಥ ಘರ್ಷಣೆಯ ಬಲವಾದರೋ ಉಜ್ಜುವಾಗ ಅತ್ಯಧಿಕವೆನಿಸುತ್ತದೆ, ಉರುಳುವಾಗ ಅತ್ಯಲ್ಪ. ಬಾಲ್‌ಬೇರಿಂಗುಗಳನ್ನೀಕ್ಷಿಸಿರಿ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಉರುಟಾದ ಉಕ್ಕಿನ ಗೋಲಗಳು ಹೊರ ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತಲೂ ಉರುಳುತ್ತವೆ; ಆಗಲಾದರೋ ಇವುಗಳ ನಡುವಣ ಉಜ್ಜುವಿಕೆಯೂ, ಹೊರಗಿನ ಅಕ್ಷಗಾಲಿ ಮತ್ತು ಉಕ್ಕಿನ ಗೋಲಗಳ ನಡುವಣ ಸಂಪರ್ಕದ ಭಾಗವೂ ಅತ್ಯಲ್ಪವಿದ್ದು ಉಜ್ಜುವಿಕೆಯು ಅತ್ಯಲ್ಪವೆನಿಸುತ್ತದೆ. ವೇಗನಿರೋಧಕವಾದ ಘರ್ಷಣೆಯ ಬಲವು ಅಲ್ಪವೆನಿಸಿದ ಕಾರಣ ವೇಗಾಪಕರ್ಷವೂ ಮಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದೇ ತತ್ವದ ಮೇರೆಗೆ, ರೋಲರ್ ಬೇರಿಂಗುಗಳಲ್ಲೂ ಘರ್ಷಣೆಯು ಮಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರ 25ನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ. ಘರ್ಷಣೆಯನ್ನು

ನಾವು ಶೂನ್ಯಕ್ಕಿಳಿಸುವ ಪ್ರಶ್ನೆಯೇ ಇಲ್ಲ. ಇದನ್ನು ತಕ್ಕಷ್ಟು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಬಲ್ಲೆವೇ ವಿನಾ ಎಂದೂ, ಹೇಗೂ ಶೂನ್ಯಕ್ಕಿಳಿಸಲಾರೆವು. ಎಂಬುದು ಸತ್ಯವಿಚಾರ.



ಚಿತ್ರ 25: ರೋಲರ್ ಬೇರಿಂಗ್

ಜಡತ್ವದ ನಿಯಮ: ತನ್ನಷ್ಟಕ್ಕೇ ತಾನು ಅಚಲ (at rest) ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಾಗಲೀ, ಸಮವೇಗದಲ್ಲಾಗಲೀ ಇರುವ ವಸ್ತು ಹೊರಗಿನ ಕಾರಣದಿಂದಲ್ಲದೆ ಈ ಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ಕದಲದು ಎನ್ನುವುದು ವಸ್ತುವಿನ ಜಡತ್ವದ (Inertia) ಲಕ್ಷಣವಾಗಿದೆ. ಈ ಲಕ್ಷಣವಾದರೋ ವಸ್ತುವು ಗಟ್ಟಿ ಇರಲಿ, ದ್ರವವಿರಲಿ, ಅನಿಲವಿರಲಿ ಎಲ್ಲಾ ರೂಪದಲ್ಲಿನ ವಸ್ತುಗಳಿಗೂ ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತದೆ. ಅಂತೂ ನ್ಯೂಟನನ ಚಲನೆಯ ಮೊದಲನೆಯ ನಿಯಮವು (law) ಹೀಗೆ ಪ್ರತಿಪಾದಿತವಾಗಿದೆ. “ಅಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಾಗಲೀ, ಒಂದೇ ಸರಳರೇಖೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿಗೆ ಸಮಚಲನೆಯಲ್ಲಾಗಲೀ, ಇರುವ ವಸ್ತುವೊಂದು ತನ್ನಂತೆಯೇ ತಾನು ಬಾಹ್ಯಪ್ರೇರಣೆ ಇಲ್ಲದೆ ಈ ಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ಕದಲದು.”

ಹಾಗೆಂದಬಳಿಕ, ಚಲನೆಗೆ ಪ್ರತಿರೋಧವೇ ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಎಂಬ ಭಾವನೆಯು ಬರುತ್ತದೆ. ಅಥವಾ, ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯೇ ಜಡತ್ವದ ಅಳತೆ, ಜಡತ್ವವೇ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಅಳತೆ ಎಂದೆನ್ನಲೂಬಹುದು. ದೊಡ್ಡ ಲಾರಿಯೊಂದನ್ನು ನೀವು ಸುಲಭವಾಗಿ ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಬಲ್ಲಿರೆ? ಇಲ್ಲವೆ ಏಕಪ್ರಕಾರದ ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಲಾರಿಯೊಂದನ್ನು ಒಂದೊಮ್ಮೆಗೆ ನಿಲ್ಲಿಸಬಲ್ಲಿರೆ? ಇವೆರಡು ಕಾರ್ಯಗಳಿಗೂ ಅಪರಿಮಿತ ಬಲವು ಅತ್ಯವಶ್ಯವಿರುತ್ತದೆ. ನೀವು ದೊಡ್ಡ ಲಾರಿಯೊಂದನ್ನು ಹೊರಡಿಸಿದರೂ ಕೂಡ, ಇದರ ಗಾಲಿಗಳ ಮತ್ತು ರಸ್ತೆಯ ನಡುವೆ ಇರುವ ಘರ್ಷಣೆಯ ಬಲವು ಅದರ ಚಲನೆಗೆ ಪ್ರತಿಭಟನೆಯೊಡ್ಡುತ್ತ, ಅದನ್ನು ಅನತಿದೂರದಲ್ಲೇ ನಿಲ್ಲಿಸುವುದು.

ವಸ್ತುವಿನ ಜಡತ್ವದ ಕೆಲವು ಉದಾಹರಣೆಗಳನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಕೊಡಬಹುದು: ಚಲಿಸುತ್ತಲಿರುವ ಕಾರನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಲು ಏನು ಮಾಡುವಿರಿ? ಇಂಧನದ ಸರಬರಾಯಿಯನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಿ, ಕಾಯುವಿರೆ? ಇಲ್ಲವೆ, ತಡೆಗಳನ್ನೊಡ್ಡಿ ಅದರ ವೇಗವನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸುವಿರೆ? ವಾಹನದ ಬ್ರೇಕುಗಳನ್ನು (ತಡೆಗಳನ್ನು) ಒತ್ತಿ ಅದರ ಗಾಲಿಗಳ ಚಲನೆಯನ್ನು ತಡೆಯುತ್ತಾ ಅನತಿದೂರದಲ್ಲೇ ಗಾಡಿಯು ನಿಲ್ಲುವಂತೆ ಮಾಡುವಿರಿ. ಟ್ರೈನಿನ ಗತಿಯನ್ನು ಕುಂಠಿತಗೊಳಿಸುವ ಕ್ರಮವೂ ಇದೇನೇ. ಗಾಳಿಯ ಒತ್ತಡದ ಬ್ರೇಕುಗಳನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದಾಗ, ಈ ನಿರೋಧಕ ಬಲವು ಟ್ರೈನಿನ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಜಡತ್ವವನ್ನೆದುರಿಸುತ್ತಾ ಅದನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ದೂರದಲ್ಲೇ ನಿಲ್ಲಿಸಿಬಿಡುವುದು. ಹೀಗೆ ಬ್ರೇಕುಗಳನ್ನು ಹಠತ್ತಾಗಿ ಅದುಮಿದಾಗಲೋ ಬಂಡಿಯೊಳಗೆ ನಿಂತಿರುವ ಒಬ್ಬ ಮನುಷ್ಯನ ಸ್ಥಿತಿ ಏನಾಗುವುದು? ಆತನು ಬಂಡಿಯ ಚಲನೆಯ ದಿಕ್ಕಿಗೇ ಮುಗ್ಗರಿಸಿ ಬೀಳುತ್ತಾನೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾದರೋ ಸ್ಪಷ್ಟವಿದೆ. ನಿಮ್ಮ ಕಾಲು, ಮೈ, ಕೈಗಳೆಲ್ಲವೂ ಟ್ರೈನಿನ ಚಲನೆಯೊಡನೆ ಮುಂದೆ ಧಾವಿಸುತ್ತಲಿವೆ. ಒಮ್ಮೆಗೇ ಟ್ರೈನು ನಿಂತು, ಅದರ ಗಾಲಿಗಳು ಚಲನೆಯನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡರೂ ನಮ್ಮ ಮೈ ಕೈಗಳು ಮುಂದುವರಿಯುವ ಸ್ವಭಾವವನ್ನು ಬಿಡಲಾರದೆ, ಮನುಷ್ಯನು ಮುಂದಕ್ಕೆ ಕುಸಿದುಬೀಳುತ್ತಾನೆ. ವೇಗವರ್ಧನೆಯಂಶವನ್ನು, ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವಿಲ್ಲದೆ ವೇಗಾಪಕರ್ಷವನ್ನೂ

ಅಳೆಯುವ ಸಾಧನಗಳಲ್ಲೂ (Accelerometer) ಇದೇ ಜಡತ್ವದ ತತ್ವವು ಅಡಕವಾಗಿದೆ. ಇಂದಿನ ವಿಮಾನಗಳಲ್ಲಿ, ರಾಕೇಟುಗಳಲ್ಲಿ, ಹೊರಾಂತರಿಕ್ಷಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಈ ತತ್ವವನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ವಿವರಗಳನ್ನು ಮುಂದಿನ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ.

ಕೇಂದ್ರಾಭಿಮುಖ, ಕೇಂದ್ರ ವಿಮುಖ ಬಲಗಳು: ಸರಳರೇಖೆಯಲ್ಲಿನ ಚಲನೆಯು ಅತ್ಯಂತ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಚಲನೆಯಾಗಿದೆ. ಬಿಲಿಯಾರ್ಡ್ ಚೆಂಡು ತಿರುಪಿಗೀಡಾಗದೆ ಹೋದರೆ ನೆಟ್ಟಗೆ ಸರಳ ರೇಖೆಯಲ್ಲೇ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಮೇಜಿನ ಅಂಚಿಗೆ ಹೊಡೆದು ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ ಮತ್ತೂ ಸರಳರೇಖೆ ಯಲ್ಲೇ ಚಲಿಸುತ್ತದೆಯೇ ವಿನಾ, ವಕ್ರಮಾರ್ಗವನ್ನನುಸರಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಮೇಲಿನಿಂದ ಕೆಳಗೆ ಬೀಳುವ ವಸ್ತು ಕೂಡ ನೇರಾದ ಪಥದಲ್ಲೇ ಬೀಳುತ್ತದೆ; ಜೋರಾಗಿ ಗಾಳಿಬೀಸುತ್ತಲಿದ್ದರೆ ಮಾತ್ರ ಪಥವು ನೇರ ದಿಂದ ತುಸು ತಪ್ಪಬಹುದು, ಅಷ್ಟೇ. ಭಾರವಾದ ಸೀಸದ ಗುಂಡೊಂದನ್ನು ಚಿಕ್ಕ ದಾರಕ್ಕೆ ಕಟ್ಟಿ ದಾರದ ಈಚೆಗಿನ ತುದಿಯನ್ನು ಬೆರಳಲ್ಲಿ ಅದುಮಿ ಹಿಡಿದು, ದಾರವನ್ನು ಅದರೊಡನೆ ಸೀಸವನ್ನು ವೇಗವಾಗಿ ಸುತ್ತಿರಿ. ಸೀಸದ ಗುಂಡು ವೃತ್ತದ ಸುತ್ತಲೂ ವೇಗವಾಗಿ ಓಡುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಓಡುವಾಗಲಾದರೋ ಪಥದ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ದಾರದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಒಂದಷ್ಟು ಬಲವು ವ್ಯಾಪಿಸಿದ್ದು ಗುಂಡು ವಕ್ರಪಥದಲ್ಲೇ ಇರುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ವೃತ್ತದ ಸುತ್ತಲೂ ಪ್ರತಿ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲೂ ಆಯಾಯ ಬಿಂದುವಿನ ತ್ರಿಜ್ಯದ ಉದ್ದಕ್ಕೆ ವ್ಯಾಪಿಸುವ ಬಲವೇ ಗುಂಡಿನ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುವ ಕೇಂದ್ರಾಭಿಮುಖಬಲ (Centripetal) ಇದಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲೂ, ಕೇಂದ್ರ ವಿಮುಖ ಬಲವು ವರ್ತಿಸುತ್ತಲಿದ್ದು ಗುಂಡು ಪ್ರತಿ ಬಿಂದುವಿ ನಲ್ಲಿಯೂ ಸ್ಪರ್ಶದ ಉದ್ದಕ್ಕೆ ಚಲಿಸದಂತೆ ಮಾಡುತ್ತಲಿದೆ. ಇದೇ ಕೇಂದ್ರವಿಮುಖಬಲ (Centrifugal). ಥಕ್ಕನೆ ಕೈಯನ್ನು ಸಡಿಲಿಸಿದರೆ, ಗುಂಡು ತನಗೆ ಸಹಜವೆನಿಸಿದ ನೇರಾದ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಸ್ಪರ್ಶಕದ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಚಲಿಸಿಬಿಡುತ್ತದೆ; ಅನಂತರ ತಾನೇ, ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಕಾರಣದಿಂದ ಗುಂಡು ಧರೆಗೆ ಬೀಳಬಹುದು.

ಅಂದರೆ, ಮೇಲಿನ ನಿದರ್ಶನದಲ್ಲಿ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆ ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಇದರ ಸಂಬಂಧವಿಲ್ಲದ ಇನ್ನೆರಡು ಬಲಗಳೂ ಪ್ರಕಟವಾಗುತ್ತಲಿವೆ. ಗುಂಡು ದಾರದ ತುದಿಯಲ್ಲಿ ವರ್ತುಲ ಪಥದಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಲೂ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವಾಗ, ಎಲ್ಲೆಡೆಗಳಲ್ಲೂ ಅದನ್ನು ಕೇಂದ್ರದತ್ತ ಸೆಳೆದು ಹಿಡಿಯುವ ಬಲವೊಂದು-ಕೇಂದ್ರಾಭಿ ಮುಖ ಬಲವೊಂದು–ಇನ್ನೊಂದು ಇದಕ್ಕೆ ಸರಿ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ ತ್ರಿಜ್ಯದ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಹೊರಗೆ ವರ್ತಿಸುವ ಬಲ ಕೇಂದ್ರವಿಮುಖಬಲವೊಂದು ಹೀಗೆ ಎರಡು ಬಲಗಳು ದಾರವನ್ನು ಥಕ್ಕನೆ ಕಡಿದೋಗೆದರೆ, ಆಗ ತುಸು ದೂರ ಜಡತ್ವದ ಕಾರಣ ಸ್ಪರ್ಶಕದ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಗುಂಡು ನೆಗೆದರೂ ಮುಂದೆ ಗುರುತ್ವ ಬಲದ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ಕೆಳಗೆ ಬೀಳುವುದು.

ಈಗ ತಾನೇ ಹೇಳಿದಂತೆ, ಗುಂಡನ್ನು ಕೇಂದ್ರದತ್ತ ಸೆಳೆದು ಹಿಡಿಯುವ ಬಲವು ಕೇಂದ್ರಾಭಿಮುಖ ಬಲ, ಮತ್ತು ಗುಂಡನ್ನು ಕೇಂದ್ರದಿಂದ ಹೊರಕ್ಕೆ ತಳ್ಳುವ ಬಲವು ಕೇಂದ್ರವಿಮುಖಬಲ ಎಂದು ಕರೆಯ ಲ್ಪಡುತ್ತವೆ.

ಮೇಲಿನ ನಿದರ್ಶನದಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುವ ವಸ್ತು ಹೆಚ್ಚು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿವುಳ್ಳದ್ದಾದರೆ, ಅವಶ್ಯವಾಗಿಯೂ ಈ ಕೇಂದ್ರ.ಬಲಗಳ ಪರಿಮಾಣವು ಅಧಿಕವೇ. ಹಾಗೆಯೇ ಈ ಬಲವು ವೃತ್ತದ ತ್ರಿಜ್ಯಕ್ಕೆ ವಿಲೋಮ (ವಿರೋಧ, inverse) ಅನುಪಾತದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ, ಅಂದರೆ, ವೃತ್ತದ ತ್ರಿಜ್ಯವು ಚಿಕ್ಕದಾದರೆ, ಬಲವು ಅಧಿಕ, ತ್ರಿಜ್ಯವು ದೊಡ್ಡದಾದರೆ ಬಲವು ಅಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣವುಳ್ಳದ್ದು. ನೀವು ಕುಳಿತ ಕಾರೊಂದು ನೇರಾದ ರಸ್ತೆಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಲಿದ್ದು ಒಂದೆಡೆ ರಸ್ತೆ ವಕ್ರಿಸುತ್ತದೆ (curves)ಎಂದು ಭಾವಿಸಿರಿ. ವಾಹನವು ರಸ್ತೆಯ ಈ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ವೇಗವಾಗಿ ಮುಂಬರಿದಾಗ ವಾಹನದೊಳಗೆ ಕುಳಿತ ಯಾವ ವ್ಯಕ್ತಿಯೇ ಇರಲಿ,

ಆತನು ಬಲವಾಗಿ ಆ ವಕ್ರಮಾರ್ಗದ ತ್ರಿಜ್ಯದ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿಗೆ ತಳ್ಳಲ್ಪಡುವನು, ವಾಹನವು ಬಲ ಮಗ್ಗುಲಿಗೆ ತಿರುಗುವಾಗ ಇವನು ತನ್ನ ಎಡಕ್ಕೆ ತಳ್ಳಲ್ಪಡುವನು, ವಾಹನ ಎಡ ಮಗ್ಗುಲಿಗೆ ತಿರುಗುವಾಗ ಇವನು ಬಲಕ್ಕೆ ತಳ್ಳಲ್ಪಡುವನು. ಇದು ಹೇಗೆ? ವಾಹನವು ವಕ್ರಪಥದಲ್ಲಿ ತಿರುಗುವಾಗ, ಅದಕ್ಕೆ ಹೊರತಾಗಿರುವ ನಿಮ್ಮ ದೇಹದ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುವ ಕೇಂದ್ರವಿಮುಖ ಬಲವು ನಿಮ್ಮನ್ನು ವೃತ್ತದ ಹೊರಕ್ಕೆ ತಳ್ಳುವುದು, ನಿಮ್ಮ ದೇಹವು ಕಾರಿನ ಪೊರಬದಿಯನ್ನು ಹೊಡೆದಂತಾಗುವುದು. ಇಂಥದೇ ಬಲವು ನಿಮ್ಮ ಆಸನದ ಮೇಲೂ, ಮಾತ್ರವಲ್ಲ ಕಾರಿನ ಮೇಲೂ ವರ್ತಿಸುವುದು. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ನಿಶ್ಚಿತ ತ್ರಿಜ್ಯವಿರುವ ವಕ್ರಮಾರ್ಗದ ಮೇಲೆ ಯಾವ ಒಂದು ವಾಹನವೂ ಒಂದು ನಿಯಮಿತ ವೇಗಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸಬಾರದು; ಹಾಗೆ ಚಲಿಸಿದರೆ, ಈ ಕೇಂದ್ರವಿಮುಖಬಲವು ಅಧಿಕವಾಗಿ ವರ್ತಿಸಿ, ವಾಹನವು ಹೊರ ಮಗ್ಗುಲಿಗೆ ಜಾರಿ ಉರುಳುವುದು ಸಂಭವನೀಯವೇ. ಮಾರ್ಗಗಳು ಥಕ್ಕನೆ ಸುತ್ತುವರಿಯುವಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ವೇಗವನ್ನು ಕಮ್ಮಿಮಾಡದೆ ಹೋದರೆ ಕಾರುಗಳೋ, ಬಸ್ಸುಗಳೋ, ಲಾರಿಗಳೋ ಮಾರ್ಗದ ಹೊರಮಗ್ಗುಲಿಗೆ ಉರುಳಲು ಈ ಕೇಂದ್ರವಿಮುಖ ಬಲವೇ ಕಾರಣ ವಾಗುತ್ತದೆ. ವೇಗ ಕಮ್ಮಿ ಇದ್ದರೆ, ಈ ಹೊರತಳ್ಳುವ ಬಲವೂ ಕಮ್ಮಿ ಪರಿಮಾಣವುಳ್ಳದ್ದಿದ್ದು ವಾಹನ ವನ್ನು ಉರುಳಿಸಲು ಶಕ್ತವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಇಂಥ ಆಕಸ್ಮಿಕಗಳೊದಗದಂತೆ, ಮಾರ್ಗವು ಸುತ್ತುವರಿಯು ವೆಡೆಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಮಾರ್ಗದ ಹೊರಬದಿಯನ್ನು ಒಳಬದಿಗಿಂತ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ರಚಿಸುವುದಿದೆ. ಅಂದರೆ, ಇಂಥ ಎಡೆಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಮಾರ್ಗವು ಒಳ ಅಂಚಿನಿಂದ ಹೊರ ಅಂಚಿಗೆ ತಕ್ಕಷ್ಟು ಪ್ರವಣದ (gradient) ಏರು ಇರತಕ್ಕದ್ದು; ಇಲ್ಲವೆ, ಹೊರ ಅಂಚಿನಿಂದ ಒಳ ಅಂಚಿನ ತನಕ ವರ್ತುಲಮಾರ್ಗದ ತ್ರಿಜ್ಯ ಮತ್ತು ಅತ್ಯಧಿಕ ವೇಗಗಳನ್ನು ಆಧರಿಸಬಲ್ಲ ಇಳಿಜಾರು ಇರತಕ್ಕದ್ದು. ಇಂಥ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನೋ ನಾವು ಘಟ್ಟ ಗಳನ್ನೇರುವ ರಸ್ತೆಗಳಲ್ಲೂ, ಅಂಕುಡೊಂಕಾಗಿ ಹರಿಯುವ ರೈಲುಮಾರ್ಗಗಳಲ್ಲೂ ಕಾಣುತ್ತೇವೆ. ಇದನ್ನು ವಕ್ರಹಾದಿಗಳಲ್ಲಿನ ಇಳಿಜಾರು (Banking) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಗ್ರಹಗಳ ಚಲನೆ: ಈಗಿನಿಂದ ಮಿಲಿಯಗಟ್ಟಳೆ ವರ್ಷಗಳಷ್ಟು ಹಿಂದಿನಿಂದಲೂ ಏಕಪ್ರಕಾರ ವಾಗಿ ನಮ್ಮ ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಗ್ರಹಗಳು ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತಲೂ ವಿವಿಧ ಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುತ್ತಲಿವೆ. ಅಂದರೆ ಒಂದು ಗ್ರಹದ ಚಲನೆಯಾರಂಭವಾದೊಡನೆ, ಅದೇ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ, ಅದೇ ದ್ರುತಿಯಲ್ಲಿ, ಇದೇ ಪ್ರಕಾರ, ಅಂದರೆ ಆವರ್ತನಾವಧಿ ಮೊದಲಾದುವನ್ನೊಳಗೊಂಡು, ಆ ಚಲನೆಯೂ ಈ ತನಕವೂ ನಡೆಯುತ್ತಲೇ ಇದೆ. ಅಂದರೆ ಹೊರಗಿನ ಎಂಥ ಸ್ಥಿತಿಯೂ ಇಲ್ಲದೆ, ಬಲವೂ ಈ ಚಲನೆಯ ಗತಿಯನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಲು ಶಕ್ತವಾಗಲಿಲ್ಲವೆಂದರ್ಥ. ಇದು ಸ್ವಾಭಾವಿಕವೇ; ಕಾರಣ, ಕಕ್ಷೆಯ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಎಲ್ಲಿಯೂ ಗ್ರಹವು ಘರ್ಷಣೆಯಂಥ ಬಲವನ್ನೆದುರಿಸುವ ಪ್ರಸಂಗವಿಲ್ಲ. ಅಂತೆಯೇ ಗ್ರಹಗಳು ಏಕಪ್ರಕಾರವಾದ ದ್ರುತಿ ಯಿಂದಲೆಂಬಂತೆ ಸಾಗುತ್ತಲಿವೆ. ಇಂಥದೇ ಏಕಪ್ರಕಾರದ ಚಲನೆಯು ಇನ್ನು ಮುಂದೆಯೂ ಮಿಲಿಯ ಗಟ್ಟಳೆ ವರ್ಷಗಳ ತನಕವೂ ಸಾಗಲಿದೆ. ಗ್ರಹಗಳ ಇಂಥ ಅವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿಯಾದರೋ ವರ್ತಿಸುತ್ತಲಿರುವ ಬಲಗಳು ಯಾವುವು? ಪಥದ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ವರ್ತುಲ ಪಥದಲ್ಲಿ ಗ್ರಹವು ಸಾಗುತ್ತಲಿರುವಾಗ ಅದರ ಗತಿಯ ವೇಗದ ಕಾರಣದಿಂದೊದಗುವ ಕೇಂದ್ರವಿಮುಖಬಲವನ್ನು ನೇರ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಬಲವು ಕೇಂದ್ರಾಭಿಮುಖಬಲವಾಗಿ ಇದಿರಿಸುತ್ತದೆ. ಕೇಂದ್ರಾಭಿಮುಖಬಲವು ಗ್ರಹವು ಕಕ್ಷೆಯ ಎಲ್ಲೆಡೆಗಳಲ್ಲೂ ಗ್ರಹವು ಸ್ಪರ್ಶಕದ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಧಾವಿಸದಂತೆ ಎಳೆದು ಹಿಡಿಯುತ್ತದೆ; ಹಾಗೆಯೇ ಕೇಂದ್ರವಿಮುಖ ಬಲದ ಕಾರಣದಿಂದ ಗ್ರಹವು ಸೌರಗುರುತ್ವದ ಕಾರಣದಿಂದ ಸೂರ್ಯನತ್ತ ಆಕರ್ಷಿಸಲ್ಪಟ್ಟು ಚಲಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಇವೆರಡು ಬಲಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಸಮವಿದ್ದುದರಿಂದಲೇ ಗ್ರಹ ಮತ್ತು ಸೂರ್ಯರ ನಡುವಣ ಸಮತೋಲ ಸ್ಥಿತಿ ಮತ್ತು ಸಮಸ್ಥಿತಿಯ ಚಲನೆ ಕಂಡುಬರುತ್ತಲಿವೆ; ಅಲ್ಲದೆ, 'ಇದೇ ಸ್ಥಿತಿಯಾದರೋ ದಶಕ, ಶತಕ, ಸಹಸ್ರ ವರ್ಷಗಳ ತನಕ ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಮಿಲಿಯಗಟ್ಟಳೆ ವರ್ಷಗಳ ತನಕವೂ ಕಂಡುಬರುತ್ತಲಿರುವುದು.

ನ್ಯೂಟನನ ಎರಡನೆಯ ನಿಯಮ-ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ನ್ಯೂಟನನ ಎರಡನೆ ನಿಯಮವನ್ನು ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಾದರೆ ಅವಶ್ಯವಾಗಿಯೂ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವೆಂದರೇನು ಎಂದು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ವೇಗವು ಬದಲಾಗುತ್ತಿರುವಲ್ಲಿ ಇಂಥ ಬದಲಾವಣೆಯ ವೇಗವನ್ನೇ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ; ಹೆಚ್ಚಳವನ್ನು ಉತ್ಕರ್ಷವೆಂದು ಕರೆದರೆ, ಕೊರತೆಯನ್ನು ಅಪಕರ್ಷವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಮೋಟಾರುಕಾರೊಂದು ನಿಂತಲ್ಲಿಂದ ಹೊರಡುತ್ತದೆನ್ನಿರಿ; ಹತ್ತು ಸೆಕುಂಡುಗಳ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅದರ ವೇಗವು ಗಂಟೆಯೊಂದರ 30 ಮೈಲಿ ಎಂದು ಕಂಡುಬಂದರೆ, ಅದರ ವೇಗವು ಕ್ಷಣಕ್ಷಣಕ್ಕೂ, ಸೆಕುಂಡು ಸೆಕುಂಡಿಗೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಲೇ ಹೋಗಿರಬೇಕು. ಅಂದರೆ ಪ್ರತಿ ಸೆಕುಂಡಿಗೂ ಇದರ ವೇಗವು ಗಂಟೆ ಒಂದರ 3 ಮೈಲಿನಂತೆ ಹೆಚ್ಚಿದರೇನೇ 10 ಸೆಕುಂಡುಗಳ ನಂತರ ವೇಗವು ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದಂತೆ ಗಂಟೆ ಒಂದರ 30 ಮೈಲಿಯಾಗಿರಬೇಕು. ಈ ಹೆಚ್ಚಳವು ಏಕಪ್ರಕಾರವಾಗಿಯೇ ಒದಗಿದ್ದರೆ, ಈ ಉತ್ಕರ್ಷವನ್ನು ಪ್ರತಿ ಸೆಕುಂಡಿಗೂ ಗಂಟೆ ಒಂದರ 3 ಮೈಲಿನ ಉತ್ಕರ್ಷವೆನ್ನಬಹುದು. ಇದನ್ನೇ ಪ್ರತಿ ಸೆಕುಂಡಿಗೂ ಗಂಟೆ ಒಂದರ 4.4 ಅಡಿ ಎಂದೂ, ಗುಣಿಸಿಕೊಂಡು ಹೇಳಬಹುದು. ಇದನ್ನು 4.4 ಅಡಿ, 1 ಸೆಕುಂಡು^{2} ಎಂದು ಗಣಿತಪದ್ಧತಿಯನ್ನಾಧರಿಸಿ ಬರೆಯುವುದಿದೆ. ಇದೇ ಪ್ರಕಾರದ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದಿಂದ ಚಲಿಸಲಾರಂಭಿಸಿದ ವಾಹನವಾದರೋ ಹೊರಟು 20 ಸೆಕುಂಡುಗಳಲ್ಲಿ ಗಂಟೆ ಒಂದರ 60 ಮೈಲಿ ವೇಗವನ್ನೂ ಅರ್ಧ ಮಿನಿಟಿನಲ್ಲಿ ಗಂಟೆ ಒಂದರ 90 ಮೈಲು ವೇಗವನ್ನೂ ಪಡೆಯುತ್ತದೆ. (ಅಂದರೆ ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ, ಈ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿನ ಎಲ್ಲಾ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲೂ ಈ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವು ಸಕ್ರಮ ಏಕಪ್ರಕಾರ (uniform) ವಾಗಿದೆ ಎಂದು ಊಹಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಗಿದೆ. ಹೀಗೆ ವಸ್ತುವು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ, ಇಲ್ಲವೆ ಅಪಕರ್ಷಕ್ಕೀಡಾಗಿ ಚಲಿಸುವ ವೇಗವು ಸಮಯವನ್ನಾಧರಿಸಿದೆ. ಇನ್ನೂ ಒಂದು ವಿಚಾರ. ವೇಗದ ಬದಲಾವಣೆಯು ಹೆಚ್ಚಳವಿದ್ದಂತೆಯೇ, ಕೊರತೆಯೂ ಇರಬಹುದು. ವಾಹನವು ವೇಗವಾಗಿ ಓಡುತ್ತಲಿರುವಾಗ ಬ್ರೇಕುಗಳನ್ನು ಹಿಡಿದೊಡನೆ ಇದರ ವೇಗವು ನಿರೋಧಿಸಲ್ಪಡುವುದು, ಕ್ರಮಶಃ ವೇಗವು ಕುಗ್ಗುವುದು. ಇದನ್ನೇ ಅಪಕರ್ಷವೆನ್ನುತ್ತೇವೆ. ನಿಶ್ಚಿತ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ವೇಗದ ಹೆಚ್ಚಳ ಯಾ ಕೊರತೆಯೂ ಕೂಡ ಅವಧಿಯನ್ನು ಆಧರಿಸಿರುವಂತೆಯೇ, ಈ ಉತ್ಕರ್ಷ ಅಪಕರ್ಷಗಳನ್ನೂ ಹೊಂದಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಮರೆಯಬಾರದು. ಗಂಟೆ ಒಂದರ 5 ಮೈಲಿ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಓಡುತ್ತಲಿರುವ ಬಂಡಿ ಬ್ರೇಕುಗಳ ದೆಸೆಯಿಂದ 2.5 ಸೆಕುಂಡು ಹೊತ್ತಿನಲ್ಲಿ ತಟಸ್ಥವಾಗಿಬಿಟ್ಟರೆ, ಆಗ ಈ ವಾಹನದ ವೇಗಾಪಕರ್ಷವು ಪ್ರತಿ ಸೆಕುಂಡಿಗೂ ಗಂಟೆ 1ರ 2 ಮೈಲಿ, ಇಲ್ಲವೆ, ಪ್ರತಿ ಸೆಕುಂಡಿಗೂ ಸೆಕುಂಡು ಒಂದರ 3.7 ಅಡಿಗಳಷ್ಟು.

ನಿಂತಲ್ಲಿಂದ ಹೊರಟ, ವಾಹನದ ನಿಶ್ಚಿತಾವಧಿಯಲ್ಲಿನ ವೇಗವು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಮತ್ತು ಅವಧಿಗಳೆರಡನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ನಿಮಿತ್ತ ವೇಗ $v = at$ ಎಂಬ ಸೂತ್ರದಿಂದ ವೇಗ v, ಉತ್ಕರ್ಷ a ಅವಧಿ t ಗಳನ್ನು ಬರೆದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಇಲ್ಲಿ ಆರಂಭದ ವೇಗವು ಶೂನ್ಯ. t ಸೆಕುಂಡುಗಳ ನಂತರದ ವೇಗ v ಆದುದರಿಂದ ಈ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿನ ಸರಾಸರಿ ವೇಗವು ಇದೇ ವಸ್ತುವಿನ ಅರ್ಧಾವಧಿಯ ವೇಗ

ಇಲ್ಲವೆ, $\frac{o + \Lambda}{2} = \frac{at}{2}$ ಆದುದರಿಂದ ಈ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಕ್ಕೀಡಾಗಿ ವಸ್ತು ಚಲಿಸುವ ದೂರವು

(ಸರಾಸರಿ ವೇಗ) $\times$ (ಅವಧಿ) $= \frac{at}{2} t = \frac{1}{2} at^2$; ಅಂದರೇನು? ಸಮ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಕ್ಕೀಡಾದ ವಸ್ತುವೊಂದು ನಿಂತಲ್ಲಿಂದ ಹೊರಟಾಗ ಒಂದು ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸಬಹುದಾದ ದೂರವು ಅದರ ಅರ್ಧ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಮತ್ತು ಚಲನೆಯ ಅವಧಿಯ ವರ್ಗಗಳ ಗುಣಲಬ್ಧಕ್ಕೆ ಸಮವೆನಿಸುತ್ತದೆ.

ನ್ಯೂಟನನ ಎರಡನೆಯ ನಿಯಮವು ಹೀಗಿದೆ: "ವಸ್ತುವು ತೋರುವ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವು ಅದರ ಮೇಲಣ ಬಲಕ್ಕೆ ಅನುಪಾತಿಕವಾಗಿದೆ, ಅಲ್ಲದೆ ಇದು ಬಲದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲೇ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ."

ಬಲವು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ ಅಲ್ಲದೆ, ಇಂಥ ಉತ್ಕರ್ಷವೂ ವೇಗಕ್ಕೆ ಆನುಪಾತಿಕವಾಗಿದೆ ಎಂದು ಈ ನಿಯಮದ ಪ್ರತಿಪಾದನೆ. ಮೊದಲನೆ ನಿಯಮವು ವಸ್ತುವಿನ ಚಲನೆಯ ಆರಂಭಕ್ಕೆ ಇಲ್ಲವೆ ನಿರೋಧಕ್ಕೆ ಬಲವು ಅತ್ಯವಶ್ಯವೆಂದು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ್ದರೆ, ಎರಡನೆ ನಿಯಮವು ಈ ಉತ್ಕರ್ಷಾಪಕರ್ಷಗಳು ಬಲಕ್ಕೆ ಅನುಪಾತದಲ್ಲಿವೆ ಎಂದೂ ಸಾರುತ್ತದೆ.

ನಿಂತಲ್ಲಿಂದ ವಸ್ತುವನ್ನು ಹೊರಡಿಸಿ ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡುವಾಗ, ಹಾಗೆಯೇ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸುವಾಗ ಬಲವು ಅವಶ್ಯವಷ್ಟೇ. ಒಂದು ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಇದು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವನ್ನೂ ಇನ್ನೊಂದೆಡೆ ವೇಗಾಪಕರ್ಷವನ್ನೂ ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ; ಅಲ್ಲದೆ ಒಂದಷ್ಟು, ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಮೊದಲ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಚಲನೆಯನ್ನುಂಟುಮಾಡಿದರೆ, ಇನ್ನೊಂದು ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಚಲನೆಯನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸುತ್ತದೆ. ಬಲವು ಚಲನೆಯ ವೇಗಕ್ಕೆ ಅನುಪಾತಿಕವಾಗಿರದೆ, ಚಲನೆಯ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಕ್ಕೆ ಅನುಪಾತಿಕವಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ಸಮವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಯಾವ ಬಲವೂ ಇಲ್ಲ – ಬಲಗಳಿದ್ದರೂ ಹಲವು ಇದ್ದು, ಇವೆಲ್ಲವುಗಳ ಫಲಿತವು ಶೂನ್ಯವೇ ಇರುವುದರಿಂದ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ, ವೇಗಾಪಕರ್ಷಗಳಿಲ್ಲ. ವಾಹನವು ಚಲಿಸುತ್ತಲಿರುವಾಗ ಘರ್ಷಣೆಯ ಬಲವೇನೋ ಇದೆ, ಇದನ್ನು ವಾಹನವನ್ನೆಳೆಯುವ ಬಲವು ಸರಿಸಮನಾಗಿ ಇದಿರಿಸುತ್ತಾ, ಒಟ್ಟಿನ ಫಲಿತ ಬಲವು ಶೂನ್ಯವೆನಿಸುತ್ತದೆ.

ಅಂತೂ ನ್ಯೂಟನನ ಎರಡನೆ ನಿಯಮದಿಂದ,

ಬಲ=ವಸ್ತುವಿನ ಜಡತ್ವ×ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ: (F=ma) ಎಂಬ ಸೂತ್ರವು ಅನುಮಿತವಾಗುತ್ತದೆ.

ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಕೆಳಗೆ ಬೀಳುವ ವಸ್ತುಗಳು: ಭೂಮಿಯು ತನ್ನ ಮೇಲಿನ ಪ್ರತಿವಸ್ತುವನ್ನೂ ತನ್ನೆಡೆ ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತಲಿದೆ. ಆಧರಿಸಲಾದ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಆಧಾರವನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಿದೊಡನೆ ಆ ವಸ್ತು ದೊಪ್ಪನೆ ಭೂಮಿಯ ಅಲ್ಲಲ್ಲಿನ ತ್ರಿಜ್ಯದ ನೇರದಲ್ಲೇ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಮೇಲಕ್ಕೆ ಎಸೆಯಲ್ಪಟ್ಟ ವಸ್ತುವೂ ಒಂದಷ್ಟು ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ಹಾರುತ್ತದೆ, ಹಾರುತ್ತಲಿರುವ ವೇಳೆ ಅದರ ವೇಗವು ಕಮ್ಮಿಯಾಗುತ್ತಾ ಬಂದು, ವೇಗವು ಶೂನ್ಯವಾದೊಡನೆ ಅದು ಕೆಳಮುಖವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ, ಕೆಳಮುಖವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತ ಬಂದಂತೆ, ಇದರ ವೇಗವು ಹೆಚ್ಚುತ್ತಲೇ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ, ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಚಲಿಸಬಲ್ಲ ಪ್ರತಿ ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೂ ಅದರ ವೇಗವನ್ನು ನಿಶ್ಚಿತ ಮಿತಿಯಲ್ಲೇ ಬದಲಾಯಿಸುವ ಬಲವೊಂದು, ಭೂಮಿಯು ಆ ವಸ್ತುವನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುವ ಫಲವಾಗಿ, ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಈ ಬಲವೋ ಅವಶ್ಯವಾಗಿ ಆ ವಸ್ತುವಿನ ಜಡತ್ವಕ್ಕೆ (ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಗೆ) ಅನುಗುಣವಾಗಿಯೇ ಇದೆ. ಅಂತೂ ಬಲವನ್ನು ಆಯಾಯ ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವರಾಶಿಯಿಂದ ಭಾಗಿಸಿಕೊಂಡರೆ ಗುರುತ್ವವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವೂ ಸಿಗುತ್ತದೆ. ಇದರ ಬೆಲೆಯನ್ನು 'g' ಎಂಬುದರಿಂದ ನಿರೂಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತೇವೆ.

ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಬೀಳಗೊಟ್ಟ ವಸ್ತುವಿನ ವೇಗವು ಪ್ರತಿ ಸೆಕುಂಡಿಗೂ ಸೆಕುಂಡೊಂದರ 32 ಅಡಿ ಪ್ರಕಾರ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಲೇ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆಯೇ ಊರ್ಧ್ವದ ನೇರದಲ್ಲಿ ಮೇಲಕ್ಕೆಸೆಯಲ್ಪಟ್ಟ ವಸ್ತುವಿನ ವೇಗವು ಇದೇ ಪ್ರಕಾರ ಕಮ್ಮಿಯಾಗುತ್ತಾ ವೇಗವು ಶೂನ್ಯವಾದಲ್ಲಿ ವಸ್ತು ತಟಸ್ಥವಾಗಿ ನಿಂತು ಅನಂತರದ ಕ್ಷಣಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಳಮುಖವಾಗಿ ಹಿಂದಿನ ನೇರದಲ್ಲೇ ಬೀಳುವುದು. ಬೀಳುತ್ತಲೂ ಇದರ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವು ಹಿಂದಿನಂತೆಯೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಚಲಿಸಲಾರಂಭಿಸಿದ ವಸ್ತು t ಸೆಕುಂಡುಗಳಲ್ಲಿ $\frac{1}{2}$ at^2 ದೂರ ಕ್ರಮಿಸುತ್ತದೆಂಬುದನ್ನು ನೀವು ಗಮನಿಸಿರುವಿರಷ್ಟೇ. ಹಾಗಾದರೆ ಎತ್ತರದಿಂದ $\frac{1}{2}$ gt^2 ದೂರ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಅಥವಾ, $D = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 32.2t^2 \simeq 16\ t^2$.

ಅಂದರೆ $t=1, 2, 3, 4......$ ಇತ್ಯಾದಿ ಆದೇಶಿಸಿದಾಗ, D ಯ ಬೆಲೆಯು 16, 64, 144, 256 ಅಡಿಗಳಷ್ಟು. ನ್ಯೂಯೋರ್ಕ್ ಪಟ್ಟಣದ ಎಂಪ್ಯಾರ್ ಸ್ಟೇಟ್ ಬಿಲ್ಡಿಂಗ್‌ನಿಂದ ಬೀಳಗೊಡಲಾದ ಗುಂಡೊಂದು 9 ಸೆಕುಂಡುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಳಗೆ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಇದು ಹೇಗೆ?
ಆ ಕಟ್ಟಡದ ಎತ್ತರ $=1{,}248$ ಅಡಿ

ವಸ್ತು ಬೀಳುವ ದೂರ $=1{,}248$ ಅಡಿ

$16t={}^{2}1248$

$t^2=78 \quad t=\sqrt{78} \quad \therefore \quad t=8.9$ ಸೆಕುಂಡು.

$\simeq 9$ ಸೆಕುಂಡು.

ಅಷ್ಟು ದೂರ ಬೀಳುವಾಗ ವಸ್ತುವಿನ ವೇಗವೆಷ್ಟು?

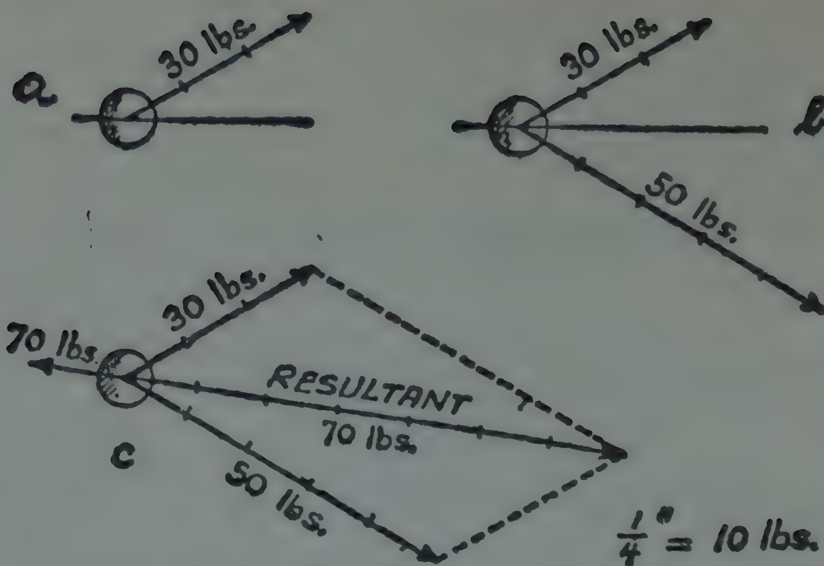
ಈ ವೇಗವು $v=gt=32\times 9$ ಅಡಿ 1 ಸೆಕುಂಡು. ಅಂದರೆ ಗಂಟೆಯೊಂದರ 190 ಮೈಲಿಗಳಷ್ಟು. ಇದೆಂಥ ಅದ್ಭುತ ವೇಗ!?

ನ್ಯೂಟನನ ಮೂರನೆಯ ನಿಯಮ-ಬಲ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಬಲ: ನ್ಯೂಟನನು ತನ್ನ ಚಲನೆಯ ಮೂರನೆಯ ನಿಯಮವನ್ನು ಹೀಗೆ ನಿರೂಪಿಸಿದ್ದಾನೆ:

"ಬಲ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಬಲಗಳು (ಕ್ರಿಯೆ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳು) ಪರಸ್ಪರ ಸಮಾನ ಮತ್ತು ಸರಿವಿರುದ್ಧಗಳಾಗಿವೆ; ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಇವು ಸದಾ ಜೊತೆಯಾಗಿಯೇ ವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ".

ಇದು ಅತ್ಯಂತ ಸರಳವಾದ ನಿಯಮ. ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿನ ಬಲಗಳೆಲ್ಲ, (ಕ್ರಿಯೆಗಳೆಲ್ಲ) ಜೊತೆ ಜೊತೆಯಾಗಿಯೇ ವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ ಎಂಬುದು ಇದರಲ್ಲಡಕವಾದ ಆ ತತ್ವ. ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಮೇಜಿನ ಮೇಲೆ ಇಟ್ಟಿದ್ದೀರಿ. ಪುಸ್ತಕದ ಭಾರವು –ಅದನ್ನು ಭೂಮಿಯು ಎಳೆಯುವ ಬಲವು ಕ್ರಿಯೆ; ಇದಕ್ಕೆ ಸರಿ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ, ಮೇಜು ಆದರ ಮೇಲೆ ಮೇಲ್ಮುಖವಾದ ಪ್ರತಿಬಲವನ್ನೊಡ್ಡುತ್ತದೆ, ಇದೇ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ. ಇವೆರಡೂ ಸರಿಸಮನಾದ ಕಾರಣ, ಪುಸ್ತಕವು ತಟಸ್ಥವಾಗಿ ಮೇಜಿನ ಮೇಲೆ ಹಾಗೆಯೇ ಉಳಿಯುತ್ತದೆ. A ಮತ್ತು B ಯ ಮೇಲೆ ಒಂದಷ್ಟು ಬಲವನ್ನೊಡ್ಡಿದೆ ಎಂದಿಟ್ಟುಕೊಂಡರೆ, ಇವುಗಳ ಸಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ A ಯು B ಯ ಮೇಲೆ ಅಷ್ಟೇ ಬಲವನ್ನು ಸರಿವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಹಾಯಿಸಿ, ಇವೆರಡೂ ಸಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ನೀವು ಬೆಂಚಿನ ಮೇಲೆ ಕುಳಿತಾಗಲೂ ನಿಮ್ಮ ಭಾರ ಬೆಂಚಿನ ಹಲಗೆಯ ಮೇಲೆ ಕೆಳಮುಖವಾಗಿದ್ದರೆ, ಬೆಂಚು ನಿಮ್ಮನ್ನು ಮೇಲಕ್ಕೆ ಒತ್ತುತ್ತದೆ. ಹೀಗಿಲ್ಲದೆ ಹೋದರೆ? ನಿಮ್ಮ ಭಾರದಿಂದ ಬೆಂಚು ಕುಸಿದು ನೀವು ಕೆಳಗೆ ಬೀಳಬಹುದು. ಅಂತೂ ಉತ್ಕರ್ಷ ಇಲ್ಲದ, ಇಲ್ಲವೆ ಸಮಚಲನೆಯುಳ್ಳ ವ್ಯೂಹಗಳಲ್ಲಿ ಬಲ, ಪ್ರತಿಬಲಗಳು ಸರಿಸಮವಾಗಿಯೇ ಮತ್ತು ಜೊತೆ ಜೊತೆಯಾಗಿಯೇ ವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ. ನಿಸರ್ಗದಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಇದು ಸಾರ್ವತ್ರಿಕ ಧರ್ಮ, ಹಾಗೆಯೇ ಇಂಜಿನಿಯರಿಂಗ್‌ನಲ್ಲೂ ಇದು ಸರ್ವತ್ರವೂ ಅನ್ವಯವಾಗುತ್ತಲಿರುವ ಧರ್ಮ.

ಸಮತೋಲನದಲ್ಲಿನ ಬಲಗಳು: ಒಂದು ಬಾಣದ ಚಿತ್ರದಿಂದ ಬಲವೊಂದನ್ನು ಚಿತ್ರೀಕರಿಸಬಹುದು. ಬಾಣದ ಉದ್ದವು ಬಲಕ್ಕೆ ಆನುಪಾತಿಕವಾಗಿದೆ. ತುದಿಬಿಂದು ಆ ಬಲವು ವರ್ತಿಸುವ ಬಿಂದುವನ್ನೂ, ಬಾಣದ ರೇಖೆಯು ಬಲವು ವರ್ತಿಸುವ ಪಥವನ್ನೂ ಬಾಣದ ಗುರುತಿನ ಚಿಹ್ನೆಯು ಆ ರೇಖೆಯಲ್ಲಿ ಅದು ವರ್ತಿಸುವ ದಿಕ್ಕನ್ನೂ ತೋರುತ್ತ ಬಾಣವು ಪೂರ್ತಿಯಾಗಿಯೇ ಬಲವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರ 26ರ a ಯಲ್ಲಿ $\frac{3}{4}''$ ಉದ್ದದ ರೇಖೆಯಿಂದ 30 ರಾತ್ತಲ್ಲು ಭಾರದ ಬಲವನ್ನು ಸೂಚಿಸಲಾಗಿದೆ.

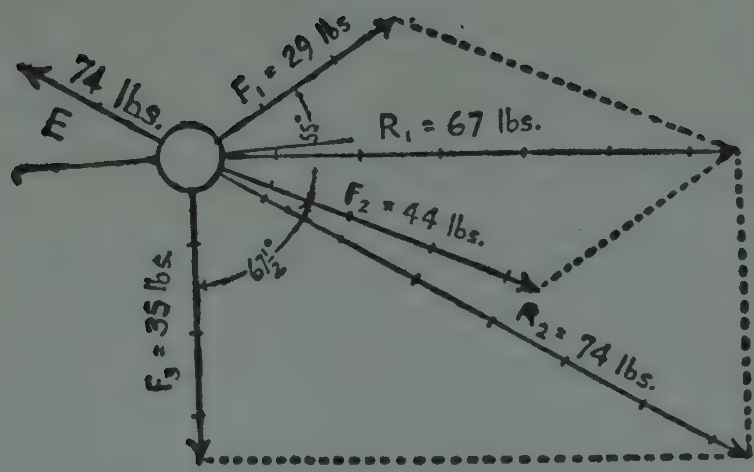


ಚಿತ್ರ 26: a, b, c ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಕೂಡುವ ಎರಡು ಬಲಗಳ ಫಲಿತ.

ಇದು ಕ್ಷಿತಿಜಕ್ಕೆ 30° ಅಂತರದಲ್ಲೂ ಇದೆ. ಇದೇ 26 (b)ಯಲ್ಲಿ ಇವರೊಡನೆ ಮತ್ತೊಂದು ಬಲವನ್ನು 50 ರಾತ್ಲು ಭಾರದ ಬಲವನ್ನು, ಅದೇ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ, ಆದರೆ ಮೊದಲಿನ ಬಲದವರ್ತನ ರೇಖೆಯಿಂದ 60° ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಎಳೆಯಲಾಗಿದೆ. ಇವೆರಡು ಬಲಗಳ ಏಕಕಾಲಿಕ ವರ್ತನೆಯಿಂದಲಾದರೋ ಇವುಗಳ ಸಾಮಾನ್ಯ ಬಿಂದು ಸಮತೋಲದಲ್ಲಿರಲಾರದು; ಕಾರಣ, ಈ ಎರಡು ಬಲಗಳು ಏಕರೈಖಿಕವೂ ಅಲ್ಲ, ಪರಸ್ಪರ ಸಮ ಹಾಗೂ ಸರಿವಿರುದ್ಧವೂ ಅಲ್ಲ. ಇವೆರಡು ಬಲಗಳ ಫಲಿತವೊಂದು (Resultant) ಇದ್ದೇ ಇದೆ; ಅಂದರೆ, ಇವೆರಡರ ಪರಿಣಾಮವನ್ನುಂಟುಮಾಡುವ ಅದೇ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಕ್ರಿಯಾಪರವಾದ ಒಂದೇ ಬಲವಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಸರಿ ವಿರುದ್ಧವಾದ ಹಾಗೂ ಸಮಾನವಾದ ಬಲವೊಂದನ್ನು ನಾವು ಅದೇ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ನಿಶ್ಚಯಿಸಿಕೊಂಡಲ್ಲಿ ಆ ಬಿಂದು ಸಮತೋಲದಲ್ಲಿರುವುದು ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಈ ಸಮ ತೋಲಕಾರಕ (equilibrant) ಬಲವು ಎಂತಿರಬೇಕು?

b ಯಲ್ಲಿ ಸೂಚಿಸಲಾದ ಎರಡು ಬಲಗಳ ಫಲಿತವಾದರೋ ಇವೆರಡು ಬಲಸೂಚಕ ರೇಖೆಗಳು ಆಸನ್ನಭುಜಗಳಾಗಿರುವ ಸಮಾನಾಂತರ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಅದೇ ತುದಿಬಿಂದುವಿನ ಕರ್ಣರೇಖೆಯಿಂದ ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಸೂಚಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಹಾಗಾದರೆ ಚಿತ್ರ26 c ಯಲ್ಲಿ ತೋರಿದಂತೆ 30 ರಾತ್ಲು ಭಾರ ಮತ್ತು 50 ರಾತ್ಲು ಬಲಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ರೇಖೆಗಳು ಆಸನ್ನಭುಜಗಳಾಗಿ ಉಳ್ಳ ಸಮಾಂತರ ಚತುರ್ಭುಜವನ್ನೆಳೆದರೆ, ಅದೇ ಬಿಂದುವಿನಿಂದೆಳದ ಕರ್ಣವು ಆ ಎರಡು ಬಲಗಳ ಫಲಿತವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಈಗ ಇದಕ್ಕೆ ಸರಿ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ ಅಷ್ಟೇ ಉದ್ದದ ರೇಖೆಯನ್ನೆಳೆದರೆ, ಅದು ಆ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಸಮತೋಲ ಕಾರಕ ಬಲವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. $\frac{1}{4}''=10$ ರಾತ್ಲು ಭಾರ ಎಂಬ ಸ್ಕೇಲಿಗನುಸಾರ ಚಿತ್ರವನ್ನೆಳೆದ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಫಲಿತದ ಉದ್ದವು $1\frac{3}{4}''$, ಆದುದರಿಂದ ಫಲಿತದ ಪರಿಮಾಣವು 70 ರಾತ್ಲು ಭಾರ ಹಾಗೂ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಅವಶ್ಯವಿರುವ ಸಮತೋಲಕಾರಕದ ಬೆಲೆಯು 70 ರಾತ್ಲು ಭಾರವಿರತಕ್ಕದು.

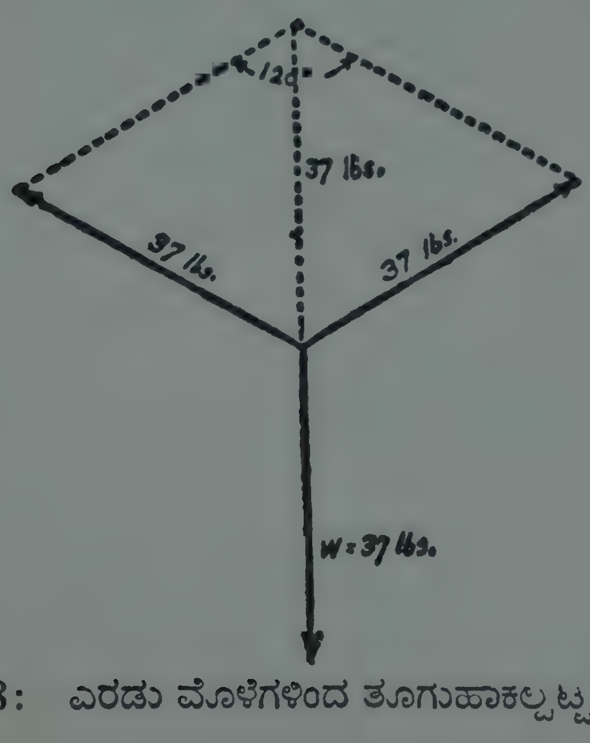
ಏಕಕಾಲದಲ್ಲೇ ಒಂದೆಡೆ – ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ – ಕ್ರಿಯಾಪರವಾದ 2 ಬಲಗಳ ಫಲಿತವನ್ನು ಸಮಾನಾಂತರ ಚತುರ್ಭುಜ ಸೂತ್ರವು ತಿಳಿಸುತ್ತದೆಯಷ್ಟೆ. ಇದನ್ನೇ ಮತ್ತೂ ಅನುಮೇಯಿಸಿ ಒಂದೆಡೆ ವರ್ತಿಸುವ 3,4……ಇತ್ಯಾದಿ ಬಲಗಳ ಫಲಿತಗಳನ್ನೂ ಹಾಗೆಯೇ ಸಮತೋಲಕಾರಕ ಬಲಗಳನ್ನೂ ನಿಶ್ಚಯಿಸಬಹುದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಚಿತ್ರ 27ನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ. $F_1F_2F_3$ ಗಳು O ನಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುವ ಬಲಗಳು. ಮೊದಲು F_1,F_2ಗಳ ಫಲಿತವನ್ನು ಮೊದಲ ಸಮಾನಾಂತರ ಚತುರ್ಭುಜದಿಂದ



ಚಿತ್ರ 27: ಏಕತ್ರ ಕೂಡುವ ಮೂರು ಬಲಗಳ ಫಲಿತ ನಿರ್ಣಯ.

ನಿಶ್ಚಯಿಸುತ್ತೇವೆ. ಅನಂತರ ಈ ಫಲಿತ R_1, ಮತ್ತು F_3 ಗಳನ್ನು ಜೋಡಿಸಿ ಇವುಗಳ ಫಲಿತವನ್ನು ಗುರುತಿಸುತ್ತೇವೆ. ಇದೇ $R_2 R_2$ ಗೆ ಸಮನಾಗಿಯೂ ಸರಿ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿಯೂ ಇರುವ E ಎಂಬ ಬಲವೇ ಈ ಮೂರು ಬಲಗಳ ಸಮತೋಲಕಾರಕ ಬಲಗಳು. ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಸಮತೋಲದಲ್ಲಿರುವ 3 ಬಲಗಳಿದ್ದರೆ, ಅವುಗಳೆರಡರ ಬೆಲೆ ಗೊತ್ತಿದ್ದರೆ, ಮೂರನೆಯ ಬಲದ ಪರಿಮಾಣ ಮತ್ತು ವರ್ತನೆಯ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಈ ಕೆಳಗಿನಂತೆ ಲೆಕ್ಕಿಸಬಹುದು.

ಚಿತ್ರ 28ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ 37 ರಾತ್ಲ ಭಾರದ ಒಂದು ಚಿತ್ರವನ್ನು ಮೊಳೆಗಳಿಂದ ತೂಗು ಹಾಕಲಾದ ಎರಡು ಸಮಾನ ಉದ್ದದ ಸರಿಗೆಗಳಿಂದ ತೂಗುಹಾಕಲಾಗಿದೆ: ಈ ಸರಿಗೆಗಳ ನಡುವಣ ಕೋಣವು 120° ಹಾಗಾದರೆ, ಈ ಸರಿಗೆಗಳ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ತೋರುವ ಎಳೆತವೆಷ್ಟು?

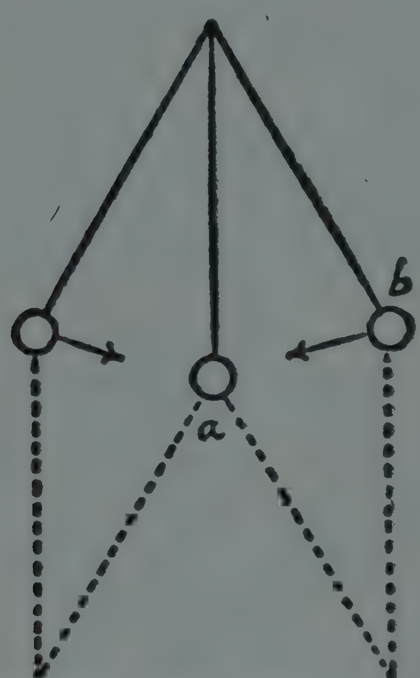


ಚಿತ್ರ 28: ಎರಡು ಮೊಳೆಗಳಿಂದ ತೂಗುಹಾಕಲ್ಪಟ್ಟ ವಸ್ತು

ಕೆಳಿಮುಖವಾದ 1.85 ಇಂಚು ಉದ್ದದ ರೇಖೆಯಿಂದ ಚಿತ್ರದ ಭಾರವರ್ತನ ರೇಖೆಯು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಸೂಚಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ಈ ರೇಖೆಯ ಇಕ್ಕೆಡೆಗಳಲ್ಲೂ 6ಸೆ° ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಪುನಃ 6.85 ಉದ್ದದ ಎರಡು

ರೇಖೆಗಳಿಂದ ಉಳಿದೆರಡು ಬಲಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಗಿದೆ. ಇವೆರಡರ ಫಲಿತವನ್ನು ಮೇಲಿಳಿಯು ಲಾದ ಸಮಾಂತರ ಚತುರ್ಭುಜದಿಂದ ಗುರುತಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಂತೂ ಮೂರು ರೇಖೆಗಳು ಸಮನಾಗಿದ್ದು 37 ರಾತ್ಲು ಭಾರಗಳ 3 ಎಳೆತಗಳು ಸಮತ್ರಿಭುಜದ ಬಾಹುಗಳಿಂದ ಸೂಚಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ. ಅಥವಾ, ಪ್ರತಿ ಸರಿಗೆಯಲ್ಲೂ 37 ರಾತ್ಲು ಭಾರದ ಎಳೆತವೇ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ.

ಸರಳ ಲೋಲಕ Simple Pendulum ಸರಳಲೋಲಕವು ನ್ಯೂಟನನ ಮೂರನೆಯ ನಿಯಮಕ್ಕೆ ಉತ್ತಮ ನಿದರ್ಶನ. ಸರಳಲೋಲಕದಲ್ಲಾದರೂ ಇರುವುದೇನು? ಭಾರವಾದ ಗುಂಡೊಂದನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮದಾರದ ತುದಿಯಲ್ಲೋ, ಇಲ್ಲವೆ ತೆಳ್ಳನಾದ ಭಾರವಿಲ್ಲದ ಕಡ್ಡಿಯ ತುದಿಯಲ್ಲೋ ಆಧರಿಸಿ ತೂಗುಹಾಕಲಾಗಿದೆ. ಇದು ಊರ್ಧ್ವಸಮತಲದಲ್ಲಿ ಆಂದೋಲಿತವಾಗುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ, ಅತ್ತಿಂದಿತ್ತ ಇತ್ತಿಂದತ್ತ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಊರ್ಧ್ವಸ್ಥಿತಿಯೇ ಸರಳಲೋಲಕದ ಸಮತೋಲಸ್ಥಿತಿ; ಎಂದರೆ, ಈ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿಯೇ ಅದರ ಭಾರವು ದಾರ, ಇಲ್ಲವೆ ಕಡ್ಡಿಯ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಮೇಲಕ್ಕೆ ವರ್ತಿಸುವ ಬಲಕ್ಕೆ ಸರಿಸಮ. ಚಿತ್ರ 29ರಲ್ಲಿ ಲೋಲಕದ ಸ್ಥಿತಿಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರಿಸಲಾಗಿದೆ. aಯಲ್ಲಿ ಲೋಲಕದ ಭಾರ ಮತ್ತು ದಾರದಲ್ಲಿ ಎಳೆತಗಳು ತರಸ್ಪರ ಸಮ ಹಾಗೂ ಸರಿವಿರುದ್ಧವಾದ ಬಲಗಳು. ಲೋಲಕದ ಗುಂಡನ್ನು ಒಂದು ಬದಿಗೆ ಎಳೆವಾಗ b ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಗುಂಡಿನ ಭಾರ ಮತ್ತು ದಾರದಲ್ಲಿನ

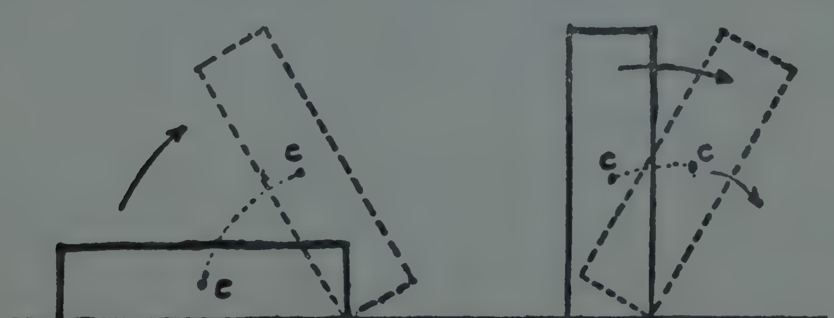


ಚಿತ್ರ 29: ಸರಳಲೋಲಕದ ಭಾರವು ಅದರ ಆಂದೋಲನಗಳ ಮೇಲೆ ತೋರುವ ಪರಿಣಾಮ

ಎಳೆತಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಸಮತೋಲಕಗಳೇನೂ ಅಲ್ಲ. ಈ ಕಾರಣ, ಇವೆರಡು ಬಲಗಳ ಫಲಿತ ಒಂದು ಗುಂಡನ್ನು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಉತ್ಕರ್ಷಕ್ಕೀಡುಮಾಡುತ್ತದೆ, ಹಾಗೂ ಲೋಲಕವು ಬಾಣದ ಗುರುತುಗಳು ತೋರಿಸುವ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಬಾರಿ a ಯಿಂದ b ಗೆ ಬರುವಷ್ಟರಲ್ಲಿ ಸಮಸ್ಥಿತಿಯು ತೋರಿಬಂದರೂ ಜಡತ್ವದ ಕಾರಣದೀದ ಅಲ್ಲಿಂದ ಅದು ಮತ್ತೂ ಮುಂದೆ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ, ಹಾಗೂ ಆಚೆ ಬದಿಗೆ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲಿ ಪುನಃ ಇದು ಹಿಂದೆ ತಳ್ಳಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಆಚೆ ಈಚೆಗಿನ ಚಲನೆಗಳು ಈ ಚಲನೆಗಳು ಈ ಲೋಲಕವನ್ನು ಆಚೆಂದೀಚೆ, ಈಚೆಂದಾಚೆ ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತಾ, ಕ್ರಮಶಃ ಘರ್ಷಣೆಯ ಕಾರಣದಿಂದ ಅಷ್ಟೇ ಡೋಲನಗಳ ಅಂತರವು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ.

ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣವು –ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವು 32.2 ಅಡಿ. 1 ಸೆ.$^{-2}$ ಎನ್ನಲಾಗಿದೆ. ಇದು ಹೇಗೆ? ಇದರ ಬೆಲೆಯನ್ನು ನಾವು ಹೇಗೆ ನಿಖರವಾಗಿ ಹುಡುಕಬಲ್ಲೆವು? ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ದೊಪ್ಪನೆ ಕೆಳಗೆ ಬೀಳಗೊಟ್ಟು ಅದು ನಿಶ್ಚಿತಾವಧಿಯಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ದೂರ ಬೀಳುತ್ತದೆಂಬುದನ್ನು ಅಳತೆ ಮಾಡಿ 'g'ಯ ಬೆಲೆಯನ್ನು ಹುಡುಕಬಲ್ಲೆವು. ಆದರೆ, ಲೋಲಕವನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಇನ್ನೂ ಸುಲಭವಾಗಿ ಇದನ್ನು ನಿಷ್ಕರ್ಷಿಸಬಲ್ಲೆವು, ಕಾರಣ ಲೋಲಕದ ಸೂತ್ರದ ಮೇರೆಗೆ ಇದರ ಅರ್ಧಾವಧಿಯು (ಅರ್ಧ ಆಂದೋಲನಾವಧಿ– half period) $t = \pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ ಈ ಸೂತ್ರದಲ್ಲಿ t = ಅರ್ಧಾವಧಿ; l = ಲೋಲಕದ ಉದ್ದ ಮತ್ತು 'g' = ಗುರುತ್ವವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ. ಸುಮಾರು 1 ಮೀಟರ್ 3.28 ಅಡಿ ಉದ್ದದ ಲೋಲಕದ ಅರ್ಧಾವಧಿಯು ಒಂದು ಸೆಕುಂಡು ಎಂದು ತಿಳಿದುಬರುತ್ತದೆ. $1 = \pi^2 \frac{l}{g} \doteq \frac{9.869 \times 3.28}{g}$; ಇದರಿಂದ $g = 32.2$ ಅಡಿ. ಸೆ.$^{-2}$

ಸಮತೋಲ ಸ್ಥಿತಿಯ ಮೂರು ರೂಪಗಳು: ಸಮತೋಲಸ್ಥಿತಿ ಇಲ್ಲವೆ ಸಮಸ್ಥಿತಿಯ (Equilibrium) ಮೂರು ರೂಪಗಳಿವೆ. ಇವು ಯಾವುದೆಂದರೆ ಸ್ಥಿರ, ಅಸ್ಥಿರ ಮತ್ತು ತಟಸ್ಥ (stable, unstable and neutral) ವೆಂಬ ರೂಪಗಳು. ತನ್ನ ಆಧಾರದಲ್ಲಿದ್ದ ವಸ್ತುವೊಂದನ್ನು ತುಸುವೇ ಬಾಗಿಸಿ (tilt) ಬಿಟ್ಟುಬಿಟ್ಟರೆ, ಈ ವಸ್ತು ತನ್ನ ಆಧಾರಕ್ಕೆ ಹಾಗೆಯೇ ಬಿದ್ದುಬಿಡುತ್ತದೆ, ಪುನಃ ಸಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ಸಮಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಸ್ಥಿರಸಮಸ್ಥಿತಿ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ತುಸುವೇ ಮಾಲಿಸಿದರೂ ಕೂಡ, ಆಧಾರತಪ್ಪಿ ಬಿದ್ದುಬಿಡುವ ಸ್ಥಿತಿಯೇ ಅಸ್ಥಿರ ಸಮಸ್ಥಿತಿಯ ಸನ್ನಿವೇಶ, ಇನ್ನು ಎಷ್ಟು ಬಾಗಿಸಿದರೂ, ವಾಲಿಸಿದರೂ ಕೂಡ, ಹಾಯಾಗಿ ಹಿಂದಿನಂತೆಯೇ ಇದ್ದುಬಿಡುವ ಸಮಸ್ಥಿತಿಯೇ ತಟಸ್ಥ ಸಮಸ್ಥಿತಿ. ಸ್ಥಿರಸಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರಬೇಕಾದರೆ, ವಸ್ತುವಿನ ಗುರುತ್ವರೇಖೆಯ ಕೇಂದ್ರದಿಂದ ನೆಟ್ಟಗೆ ಕೆಳಕ್ಕೆ ವರ್ತಿಸುವ ವಸ್ತುವಿನ ಭಾರ ಅವಶ್ಯವಾಗಿ ತಲದೊಳಗೆ (base) ಬೀಳ ತಕ್ಕುದು. ಆಗ ತುಸು ಬಾಗಿಯೂ ಈ ಭಾರವು ಅವಶ್ಯವಾಗಿ ಈ ವಸ್ತುವನ್ನು ಆಧಾರತಲಕ್ಕೆ ಹಿಂದೆಳೆ ಯುವ ಬಲ ಭ್ರಾಮ್ಯ (Restoring Cenple)ವನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಆಧಾರತಲವು ಅಗಲವಾಗಿ ದ್ದಷ್ಟು ಇಂಥ ಸಮಸ್ಥಿತಿಯು ಸ್ಥಿರರೂಪದಲ್ಲಿರುವ ಸಂಭವವು ಹೆಚ್ಚು. ತಲವು ಅಗಲಕಿರಿದಾಗಿದ್ದರೆ, ಆಗ ತುಸು ಮಾಲಿಸಿದಾಗಲೂ ವಸ್ತುವಿನ ಭಾರವೇ ಆಧಾರತಲದ ಸುತ್ತಲೂ ವಸ್ತುವು ಕೆಳಕ್ಕೆ ಹೊರಳು



ಚಿತ್ರ 30; 31: ಸ್ಥಿರ, ಅಸ್ಥಿರ ಸಮತೋಲಗಳು.

ವಂಥ ಬಲಭ್ರಾಮ್ಯವನ್ನುಂಟುಮಾಡಬಹುದು, ಈ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ವಸ್ತು ಹೊಸ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಹೊರಳು ವುದು. ಚಿತ್ರ 30, 31 ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ಥಿರ ಮತ್ತು ಅಸ್ಥಿರ ಸಮಸ್ಥಿತಿಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಇನ್ನೊಂದು ವಿಧಾನದಿಂದಲೂ ಸಮಸ್ಥಿತಿಯ 3 ರೂಪಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ತುಸುವೇ ಬಾಗಿಸಿದಾಗ ವಸ್ತುವಿನ ಗುರುತ್ವಕೇಂದ್ರವು ಹಿಂದಿನ ಎತ್ತರಕ್ಕಿಂತ ಮತ್ತೂ ಮೇಲಕ್ಕೆ (ತಳದಿಂದ ಎಂದರ್ಥ) ಹೋದಾಗ ವಸ್ತು ಸಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದೆ, ಅಂದರೆ ಈ ಮಾಲುವಿಕೆಯಿಂದ ಇದರ ಸ್ಥಾನ ಶಕ್ತಿಯು ಹೆಚ್ಚುವ ಕಾರಣ, ಇದು ಕನಿಷ್ಟ ಸ್ಥಾನಶಕ್ತಿಯ ಸ್ಥಿತಿಗೆ (least Potential Energy) ಎಂದರೆ ಹಿಂದಿನ ಸ್ಥಿತಿಗೇ ಬಿದ್ದುಬಿಡುತ್ತದೆ, ಉರುಳುತ್ತ, ಹೊಸ ಸ್ಥಿತಿಗೇನೂ ಬರುವುದಿಲ್ಲ. ಅಸ್ಥಿರ ಸಮ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿನ ವಸ್ತುವನ್ನು ಮಾಲಿಸಿದಾಗಲೋ,ಇದರ ಗುರುತ್ವಕೇಂದ್ರವು ಹಿಂದಿನ ಎತ್ತರಕ್ಕಿಂತ ಕೆಳಗೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಅಂತೂ ಇದು ಹಿಂದಿನ ಸ್ಥಾನಶಕ್ತಿಯ ಸ್ಥಿತಿಗಿಂತ ಕಮ್ಮಿ ಸ್ಥಾನಶಕ್ತಿಯ ಸನ್ನಿವೇಶದ ಕಾರಣ ಇದರಲ್ಲೇ, ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ ಮತ್ತೂ ಕಮ್ಮಿ ಸ್ಥಾನಶಕ್ತಿಯ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ವಸ್ತು ಮುಟ್ಟುವಂತೆ ಉರುಳಿ ಬಿಡುತ್ತದೆ; ಕೊನೆಗೆ ಸ್ಥಾನಶಕ್ತಿಯ ಕನಿಷ್ಟ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ತನ್ನ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಉಳಿದು ಬಿಡುತ್ತದೆ. ವಸ್ತುವನ್ನು ತುಸುವೇ ಬಾಗಿಸುವುದರಿಂದಲೂ ಅದರ ಗುರುತ್ವಕೇಂದ್ರವು ಹಿಂದಿನಷ್ಟೇ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿದ್ದರೆ, ಆಗ ಹೊಸ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲೇನೂ ಇದರ ಸ್ಥಾನಶಕ್ತಿಯು ಹೆಚ್ಚುವುದಿಲ್ಲ, ಕಮ್ಮಿಯಾಗುವುದೂ ಇಲ್ಲ; ಅಂತೂ ವಸ್ತು ಹಿಂದಿನಂತೆಯೇ ಏನೇನೂ ಬದಲಾವಣೆ ಇಲ್ಲದಂತೆ ಇದ್ದುಬಿಡುತ್ತದೆ. ಇದೇ ತಟಸ್ಥಸಮಸ್ಥಿತಿ.

ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಗುರುತ್ವಕೇಂದ್ರವು ಅದರ ಆಧಾರತಲದಿಂದ ಆದಷ್ಟು ಹತ್ತಿರವಿದ್ದರೇನೇ–ಕಮ್ಮಿ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿದ್ದರೇನೆ–ಅದರ ಸಮಸ್ಥಿತಿಯು ಸ್ಥಿರವೆನಿಸುತ್ತದೆ. ವಸ್ತುವಿನ ಬುಡಕ್ಕೆ ಆದಷ್ಟು ಭಾರದ ಪದಾರ್ಥವನ್ನೋ, ಕವಚವನ್ನೋ, ಇನ್ನಾವುದನ್ನೋ ಮಡಾಯಿಸುವುದರಿಂದ ಈ ಗುರುತ್ವ ಕೇಂದ್ರವನ್ನು ತಗ್ಗಿಗೆ ತರಬಹುದು; ಹಾಗೆಯೇ ಆಧಾರತಲವು ಅಗಲವಾಗಿದ್ದಷ್ಟು ಸ್ಥಿರತೆಯೂ ಹೆಚ್ಚು. ಇದನ್ನೂ ಕೃತಕವಾಗಿ ರಚಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಬರುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಅನೇಕ ಆಟದ ಸಾಮಾನುಗಳಲ್ಲಿಯೋ ಸನ್ನಿವೇಶ ಗಳಲ್ಲಿಯೋ ಗುರುತ್ವಕೇಂದ್ರವನ್ನು ಆಧಾರತಳದ ಆದಷ್ಟು ಹತ್ತಿರ ತಂದೋ, ತಲವನ್ನು ವಿಶಾಲಿಸಿಯೋ ಸ್ಥಿರತೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವುದು ವಾಡಿಕೆಯಲ್ಲಿದೆ. ಪಾತ್ರೆಗಳ ಬುಡಗಳು ವಿಶಾಲವಾಗಿವೆ; ದೊಡ್ಡ ದೀಪ ಗಳ ಬುಡಗಳೂ ಅಗಲವಾಗಿವೆ, ಹಾಯಿದೋಣಿಯ ಬುಡವು ಇತರ ದೋಣಿಗಳ ಪಾತ್ರೆಗಿಂತ, ಬುಡ ಕ್ಕಿಂತ ಅವಶ್ಯಕವಾಗಿ ಅಗಲವಾಗಿರಬೇಕು. ಹಡಗಿನ ಒಳಪಾತ್ರೆಯೂ ಆದಷ್ಟು ಅಗಲವಿರಬೇಕು; ಕುಸ್ತಿಮಾಡಲು ನಿಂತ ಇಬ್ಬರು ತುಸು ಬಗ್ಗಿಯೂ, ಕಾಲುಗಳನ್ನು ಆದಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿಟ್ಟುಕೊಂಡೂ ತಂತಮ್ಮ ಗುರುತ್ವಕೇಂದ್ರವನ್ನು ತಗ್ಗಿಸಿಯೇ ಕುಸ್ತಿ ಹಿಡಿಯುತ್ತಾರೆ, ಹಾಗೆ ಮಾಡಿದರೇನೇ ಅವರು ಫಕ್ಕನೆ ಕುಸಿದು ಬೀಳುವಂತಿಲ್ಲ. ಇನ್ನು ಕಾಲ್ಚೆಂಡಿನ ಆಟದಲ್ಲಿ ಚೆಂಡನ್ನು ಹಿಡಿದು ಧಾವಿಸುತ್ತಿರುವವ ನನ್ನು ಇದಿರಿಸುವಾಗ ಇದಿರಾಳಿಯು ತುಸು ಬಗ್ಗಿಯೇ, ತನ್ನ ಆಧಾರತಲವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಿಯೇ ಇದಿರಿಸುತ್ತಾನೆ. ಹೀಗೆ ಅಗಲಿಸಿದ ಆಧಾರತಲ ಮತ್ತು ತಗ್ಗಾದ ಗುರುತ್ವಕೇಂದ್ರ ಇವೆರಡೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸ್ಥಿರತೆಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಭದ್ರತೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತವೆ.

ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ನಿಯಮ ಕ್ರಿ. ಶ. 1666ರಲ್ಲಿ ಪ್ಲೇಗಿನ ಹಾವಳಿಯ ಕಾರಣ ನ್ಯೂಟನನು ಲಂಡನಿನಿಂದ ತನ್ನ ಹಳ್ಳಿಯಾದ ಲಿಂಕನ್‌ಶ್ಯಾರಿಗೆ ಹೋದನು. ತನ್ನ ಉದ್ಯಾನದಲ್ಲಿ ಕುಳಿತಿದ್ದಾಗ ಒಂದು ದಿನ ಈತನ ಇದಿರಿಗೆ ಒಂದು ಹಣ್ಣು ಕೆಳಗೆ ಬಿದ್ದಿತು. ಇದನ್ನು ಕಂಡ ಈತನಿಗೆ ಹೊಸತೊಂದು ವಿಚಾರವು ಹೊಳೆಯಿತು: ಭೂಮಿಯೇ ಈ ಹಣ್ಣನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸಿ ತನ್ನೆಡೆ ಸೆಳೆದಿರಬೇಕು ಎಂದು. ಈತನ ಹಿಂದೆಯೂ ಗೆಲಿಲಿಯೋ ಮೊದಲಾದವರು ಇಂಥ ಆಕರ್ಷಣೆಯು ಇರಬಹುದೆಂದು ಊಹಿಸಿದ್ದರೂ, ಮುಂದಿನ ಅನುಮಾನಗಳೆಲ್ಲವೂ ನ್ಯೂಟನನವೇ. ಹಣ್ಣು ಮರದಿಂದ ಮಾತ್ರವಲ್ಲ, ಅದರ ಮೇಲಿನ ಯಾವ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಇರಗೊಟ್ಟು ಆಧಾರ ತಪ್ಪಿಸಿದರೂ ಹೀಗೆ ಬೀಳಲೇಬೇಕೆಂತಲೂ, ಬಹುಶಃ

ದೂರದಲ್ಲಿನ ಚಂದಿರನು ಕೂಡ ಹೇಗೆ ಭೂಮಿಯ ಆಕರ್ಷಣೆಗೀಡಾಗಿದ್ದಿರಬೇಕೆಂತಲೂ ನ್ಯೂಟನನು ಊಹಿಸಿದನು.

ಅಷ್ಟರಲ್ಲೇ ಈತನ ತನ್ನ ಚಲನೆಯ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ್ದನು. ಇವುಗಳ ಮೇರೆಗೆ ಕೂಡ ಚಂದ್ರನು ಅವಶ್ಯವಾಗಿಯೂ ಭೂಮಿಯ ಎಳೆತಕ್ಕೀಡಾಗಿದ್ದನೆಂಬುದನ್ನು ಸಕಾರಣವಾಗಿ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಲಾಯಿತು. ಅಲ್ಲದೆ, ಇಂಥ ಆಕರ್ಷಣೆಯಿಂದಲಾದರೋ ಚಂದ್ರನೇತಕ್ಕೆ ಭೂಮಿಗೆ ಬಂದು ಬೀಳುತ್ತಲಿಲ್ಲ? ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಕೂಡ ಉತ್ತರವನ್ನು ನ್ಯೂಟನನೇ ಒದಗಿಸಿದನು. ಚಂದ್ರನು ಒಂದಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿ ಒಂದಷ್ಟು ವೇಗದಲ್ಲಿ ಸುತುತ್ತಲಿದ್ದಾನೆ. ಪ್ರತಿ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲೂ ಈತನು ತನ್ನ ಜಡತ್ವದ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ, ನೆಟ್ಟಗೆ– ನೇರಾದ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸಲುಪಕ್ರಮಿಸುತ್ತಲಿದ್ದರೆ, ಭೂಮಿಯು ಈತನನ್ನು ಹಿಡಿದೆಳೆವ ಆಕರ್ಷಣೆಯಿಂದ ಇವನನ್ನು ತನ್ನತ್ತ ಸೆಳೆಯುತ್ತಲಿರುವ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ, ಚಂದ್ರನು ತನ್ನ ಕಕ್ಷೆಯ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಸಮದ್ರುತಿಯಿಂದ ಚಲಿಸುತ್ತಲಿದ್ದಾನೆ. ಇದರಿಂದಲೇ ಆತನು ಭೂಮಿಯತ್ತ ಚಲಿಸುತ್ತ, ಅದರ ಮೇಲೆ ಕುಸಿದು ಬೀಳುತ್ತಲಿಲ್ಲ; ಕುಸಿದು ಬಿದ್ದಿಲ್ಲ; ಇನ್ನೂ ಬಹಳ ಕಾಲದ ತನಕ ಕುಸಿದು ಬೀಳಲಾರ. ಈ ಎಣಿಕೆಗಳಿಗೆಲ್ಲ ಆ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಚಂದ್ರನು ದೂರ, ಅವನ ಗತಿಯ ದ್ರುತಿ (speed) ಇವುಗಳ ನಿಖರ ಜ್ಞಾನಗಳೇ ಪೋಷಕವಾಗಿದ್ದುವು.

ಸುಲಭದಲ್ಲೇ ಮುಂದೆ, ನ್ಯೂಟನನು ಸಾರ್ವತ್ರಿಕ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ನಿಯಮವನ್ನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಬಹುದಿತ್ತು. ಆದರೆ ಚಂದ್ರನ ಪಥದಲ್ಲಿನ ತುಸು ವೈಪರೀತ್ಯಗಳ ಕಾರಣ ಅನೇಕ ವರ್ಷಗಳ ನಂತರ ತನ್ನ 'ಪ್ರಿನ್ಸಿಪಿಯಾ' ಗ್ರಂಥದಲ್ಲಷ್ಟೇ ಈತನು ಈ ನಿಯಮವನ್ನು ಈ ಕೆಳಗಿನಂತೆ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿ, ತಕ್ಕ ವ್ಯಾಖ್ಯೆಗಳಿಂದ ಸಮರ್ಥಿಸಿದನು. "ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿನ ಸಮಸ್ತ ವಸ್ತುಗಳೂ ಒಂದು ಇನ್ನೊಂದನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತವೆ, ಈ ಆಕರ್ಷಣೆಯ ಬಲವಾದರೋ ವಸ್ತುಗಳ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಗೆ ಅನುಪಾತಿಕವಾಗಿದ್ದು, ಅವುಗಳ ಜಡತ್ವ ಕೇಂದ್ರಗಳ ನಡುವಣ ದೂರದ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧಾನುಪಾತದಲ್ಲಿದೆ."

ಹೆಚ್ಚು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯಿರುವ ವಸ್ತುಗಳು ಹೆಚ್ಚಿನ ಬಲದಿಂದಲೂ, ಕಮ್ಮಿ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ವಸ್ತುಗಳು ಕಮ್ಮಿ ಬಲದಿಂದಲೂ ಪರಸ್ಪರ ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತವೆ. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಂತೂ ಭೂಮಿಯ ಪ್ರತಿವಸ್ತುವನ್ನು ಆಯಾಯ ವಸ್ತುವಿನ ಭಾರವೆಂದುಕೊಳ್ಳುವ ಬಲದಿಂದ ತನ್ನ ಕೇಂದ್ರದತ್ತ ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತದೆ. ಒಂದು ವೇಳೆ ಇಂಥ ಬಲವಿಲ್ಲದೆ ಹೋಗಿದ್ದರೇನಾಗುತ್ತಲಿತ್ತು? ಊಹಿಸುವಿರಾ? ಈ ವಸ್ತುಗಳು ತಂತಮ್ಮ ನಡುವಣ ಗುರುತ್ವಬಲಗಳಿಂದಾಕರ್ಷಿಸಿಕೊಂಡು ವಸ್ತುಗಳು ಚಲಿಸುತ್ತಲೂ ಚೆಲ್ಲಾಪಿಲ್ಲಿಯಾಗಿ ಇದ್ದುಬಿಡುತ್ತಿದ್ದುವು. ಪ್ರಕೃತ ಇದೇನೂ ಸಂಭವವಿಲ್ಲ. ಕಾರಣ, ಭೂಮಿಯು ತಾನು ಪ್ರತಿ ವಸ್ತುವನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುವ ಬಲವೋ ಅವವುಗಳ ನಡುವಣ ಬಲಕ್ಕಿಂತ ಎಷ್ಟೋ ಕಮ್ಮಿ. ಇದಕ್ಕೆ ಈ ಕೆಳಗಿನ ನಿದರ್ಶನವನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ. ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಸಿದ್ಧಾಂಕ–ಗುರುತ್ವಾಂಕ (Gravitational Constant)ವಿದೆಯಷ್ಟೇ. ಇದನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸಲು ಹಲವಾರು ವಿಧಾನಗಳಿವೆ; ಇವುಗಳಲ್ಲೊಂದು ಪ್ಯಾಂಟಿಂಗ್‌ನ ವಿಧಾನ. ಇದರಲ್ಲಿ 48 ರಾತ್ತ್ಲು ಮತ್ತು 350 ರಾತ್ತ್ಲುಗಳ ಎರಡು ಗೂಡುಗಳುಇವೆ ಇವುಗಳ ನಡುವಣ ಆಕರ್ಷಕ ಬಲವಾದರೋ 4 ಮಿಲಿಗ್ರಾಂ ಭಾರಕ್ಕೆ ಸಮ; ಅಂದರೆ $\frac{1}{70,000}$ ಔನ್ಸ್ ಭಾರ ಇಲ್ಲವೆ $\frac{1}{1,120,000}$ ರಾತ್ತ್ಲು ಭಾರಕ್ಕೆ ಸಮವೆಂದರೆ, ಈ ಬಲವು ಆ ವಸ್ತುಗಳ ಭಾರಗಳೊಡನೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ಶೂನ್ಯಕಲ್ಪವೇ ಅಲ್ಲವೇ?

ನ್ಯೂಟನನ ಎರಡನೆ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ, ಬಲ = ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ × ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ. ಭೂಮಿಯ ಆಕರ್ಷಣೆಯ ಬಲವು ಪ್ರತಿವಸ್ತುವಿನಲ್ಲೂ ನಿಶ್ಚಿತ 'g' ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಕಾರಣ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ m ಇದ್ದ ವಸ್ತುವಿನ ಭಾರವು mg ಮಾನಗಳಷ್ಟು. ಇದು ಬಲವೇ ಆಗಿದೆ. ಹೀಗೆ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಒಂದು ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಭಾರವು ಅದರ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಗೆ ಅನುಪಾತಿಕ

ವಾಗಿದೆ. ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ಭಾರವೂ ಹೆಚ್ಚು, ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಕಮ್ಮಿಯಾದಂತೆ ಭಾರವೂ ಕಮ್ಮಿಯೇ. ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ರಾತ್ಲು, ಗ್ರ್ಯಾಂಗಳಲ್ಲಿ ನಾವು ಅಳೆದರೆ, ಭಾರವನ್ನು ನಿಜಕ್ಕಾದರೂ ರಾತ್ಲು ಭಾರ ಮತ್ತು ಗ್ರ್ಯಾಂ ಭಾರಗಳೆನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಆದರೆ ಅಳತೆಯ ಮಾನಗಳು ಒಂದೇ ಇರುತ್ತವೆ. ಕಾರಣ ಒಂದೇ ಎಡೆ 'g' ಯ ಬೆಲೆ ಕ್ಷಣ ಕ್ಷಣಕ್ಕಾಗಲಿ, ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಾಗಲೀ ಯಾವ ಅಂತರವನೇನೂ ತೋರುವುದಿಲ್ಲ ಇದು ಸ್ಥಿರಾಂಕವೇ. ಎಲ್ಲಾದರೂ ಭೂಮಿಯ ಹೊರಗೆ ಅದರ ಹಿಡಿತವನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಲಾಗುವ ದೂರ ದಲ್ಲಿ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನೆಳೆಯಬಲ್ಲೆವಾದರೂ 'g' ಯ ಬೆಲೆಯು ಪ್ರತ್ಯೇಕವಿರುವ ಕಾರಣ, ಭಾರವು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಅಂಕೆಸಂಖ್ಯೆಗಳಿಂದಲೇ ನಿರ್ದೇಶ್ಯವಾಗತಕ್ಕುದು ಎಂಬುದನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಅವಶ್ಯ ಸ್ಮರಿಸಿಕೊಳ್ಳ ಬೇಕು. ಭೂಮಿಯ ತಲದಲ್ಲಿ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ 1 ಕಿಲೋಗ್ರ್ಯಾಂ ಇರುವ ವಸ್ತುವು ಭೂಮಿಯಿಂದ ಅನಂತ ದೂರದಲ್ಲಿ ತನ್ನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನೇನೋ ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳದೆ ಇರಬಹುದು. ಆದರೆ, ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಅದರ ಭಾರ 1 ಕಿಲೋ ಗ್ರ್ಯಾಂ ಭಾರವೆಂದರೆ, ಬಹಳ ದೂರದಲ್ಲಿ ಈ ಆಕರ್ಷಣೆಯು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಬಲವುಳ್ಳದೆಂದು ಅರ್ಥ.

ಚಂದ್ರನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು 81,000,000,000,000,000,000 ಟನ್‌ಗಳಷ್ಟು. ಭೂಮಿಯ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಕೇವಲ $\frac{1}{81}$ ಪಾಲು ಇದು. ಇದರ ಮೊದಲ ಪರಿಣಾಮವೆಂದರೆ, ಚಂದ್ರನ ಮೇಲಣ ಗುರುತ್ವವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಣ ಗುರುತ್ವವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಕ್ಕಿಂತ ಬಹಳ ಕಮ್ಮಿ, ಸುಮಾರು $\frac{1}{5}$ ರಷ್ಟು ಮಾತ್ರ. 150 ರಾತ್ಲು ಭಾರವಿರುವ ವಸ್ತುವೊಂದು ಚಂದ್ರನಲ್ಲಿ ಕೇವಲ 30 ರಾತ್ಲು ಭಾರದಿಂದ ತೂಗುತ್ತದೆ. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ನೀವು ಗಂಟೆ 1ರ 3 ಯಾ 4 ಮೈಲು ನಡೆಯು ವವರು, ಇಷ್ಟೇ ದೈಹಿಕಬಲ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ, ಸ್ನಾಯುಗಳ ಸಂಕೋಚ, ವಿಕಾಸಗಳ ಕಾರಣದಿಂದ ಗಂಟೆ 1ರ 18 ಯಾ 20 ಮೈಲು ದೂರ ಸುಲಭವಾಗಿ ನಡೆಯಬಲ್ಲಿರಿ. ಗೋಲ್ಫ್ ಆಟದಲ್ಲಿ ಚಂಡನ್ನು ಹೊಡೆದಾಗ ಒಂದೇ ಹೊಡೆತಕ್ಕೆ ಇದು $\frac{1}{2}$ಮೈಲು ಕೂಡ ಧಾವಿಸಬಹುದು. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ 9.4 ಸೆಕುಂಡುಗಳಲ್ಲಿ 100 ಗಜ ಓಡಿದ ಮಹಾನುಭಾವನೋ 100 ಗಜ ದೂರವನ್ನು ಚಂದ್ರನ ಮೇಲೆ ಕೇವಲ 1.9 ಸೆಕುಂಡುಗಳಲ್ಲಿ ಧಾವಿಸಬಲ್ಲನು.

ಗುರುಗ್ರಹದಲ್ಲಾದರೋ ವಸ್ತುಸ್ಥಿತಿಯು ಇದಕ್ಕೆ ವಿಪರೀತವಾಗಿದೆ. ಗುರುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ಭೂದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ 317 ಪಾಲು ಇದೆ. ಗುರುತ್ವವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವು ಭೂಮಿಯ ಬೆಲೆಯ 2.7 ಪಾಲು. ಅಂದರೆ 150 ರಾತ್ಲು ಭಾರದ ವಸ್ತು ಗುರುವಿನ ಮೇಲೆ 405 ರಾತ್ಲು ತೂಗುತ್ತದೆ. ನಡೆ ಯುವುದು ಕೂಡ ದುಸ್ಸಾಧ್ಯವೇ; ಓಡುವುದು ಅಸಾಧ್ಯವೇ. ಇನ್ನು ಸೂರ್ಯನ ಮೇಲಲೋ! ಅಲ್ಲಿಗೆ ಹೋಗುವುದು ಸಾಧ್ಯವೆನಿಸಿದರೆ, ಅಂದರೆ ಹೋಗುವಷ್ಟರಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ದೇಹವು ಭಸ್ಮೀಭೂತವಾಗಿ ಆವಿರೂಪದಲ್ಲಿ ತಾಳದೆ ಹೋದರೆ, ನಮ್ಮ ಭಾರವು ಇಲ್ಲಿನ (ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಣ) ಭಾರದ 28 ಪಾಲು ಇರುತ್ತದೆ. 150 ರಾತ್ಲು ಭಾರದ ಮನುಷ್ಯ ಅಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 2 ಟನ್ ಭಾರವೆನಿಸುತ್ತಾನೆ! ಅಂದರೆ, ತನ್ನ ಭಾರದಿಂದಲೇ ಮನುಷ್ಯ ಕುಸಿದುಬಿಡುವ ಸಂಭವವಿದೆ. ಸೂರ್ಯನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ 332,000 ಪಾಲು ಇದೆ; ಭೂಮಿಯ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯಾದರೋ ಅಂದಾಜು 6,600,000,000,000,000, 000,000 ಟನ್‌ಗಳಷ್ಟು!

ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಬಲವು ವಸ್ತುಗಳ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಗೆ ಅನುಪಾತಿಕವಾಗಿದೆ ಎಂದ ಕಾರಣ, ಮನುಷ್ಯನೊಬ್ಬನ ದೇಹದಲ್ಲಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ಸ್ಥಿರವಿದ್ದ ನಿಮಿತ್ತ 'g'ಯ ಬೆಲೆಯು ವ್ಯತ್ಯಸ್ತವಾದಂತೆ ಭಾರವೂ ವ್ಯತ್ಯಸ್ತವಾಗುವುದು. ವಿವಿಧ ಗ್ರಹಗಳ ಮೇಲಣ ಒಂದೇ ವಸ್ತುವಿನ ಭಾರಗಳು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ವೆನಿಸಲು ಇದೇ ಕಾರಣ.

ಇಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಇಂಥ ಆಕರ್ಷಕ ಬಲವು ಗ್ರಹಗಳ ನಡುವಣ ದೂರದ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ವಿಲೋಮಾನುಪಾತದಲ್ಲಿದೆ ಎಂಬ ನಿಮಿತ್ತ ನಾವು ಭೂಕೇಂದ್ರದಿಂದ ದೂರ ಸರಿದಂತೆ, ಭೂಮಿಯ ಗುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದೂ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಅನುಮಾನಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ, ವಸ್ತುವೊಂದು ಭೂಮಿಯಿಂದ ಹೊರಕ್ಕೆ ದೂರ, ದೂರ ಸರಿದಂತೆ ವಸ್ತುವು ಅದೇ ಇದ್ದರೂ, ಇದರ ಭಾರ ಕಮ್ಮಿಯಾಗುತ್ತದೆಂದರ್ಥ.

ಭೂತಲದಿಂದ ಸುಮಾರು 4,000 ಮೈಲು ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ನೀವು ಹಾರಿದಲ್ಲಿ, ಭೂಕೇಂದ್ರದಿಂದ ಸುಮಾರು 8,000 ಮೈಲು ದೂರವಿರುವ ನಿಮ್ಮ ಭಾರವು ನಿಮ್ಮ ಭಾರದ $\frac{1}{4}$ ಪಾಲು ಎನಿಸುತ್ತದೆ; ಮತ್ತೂ 4,000 ಮೈಲು ದೂರ ಹೋದಲ್ಲಿ, ಈ ಭಾರವು ಮೊದಲ ಭಾರದ $\frac{1}{9}$ ರಷ್ಟಾಗುವುದು.

ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಬಲವನ್ನು ಪರಸ್ಪರ ಆಕರ್ಷಣೆ ಎಂದೆವಲ್ಲವೆ? ವಸ್ತುವನ್ನು ಹಿಡಿದು ಎಳೆಯುವ ಭೂಮಿಯನ್ನು ವಸ್ತು ಕೂಡ ತನ್ನತ್ತ ಆಕರ್ಷಿಸಬೇಡವೆ? ಈ ಪ್ರಶ್ನೆ ಸಹಜವಾಗಿ ಉದಿಸುವಂಥದೇ. ಆದರೇನು? ಭೂಮಿಯನ್ನು ತನ್ನೆಡೆಗೆ ದೃಶ್ಯರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಹಿಡಿದೆಳೆವ ಬಲವನ್ನು, ಮತ್ತು ಈ ಬಲವು ತೋರಬಲ್ಲ ಉತ್ಕರ್ಷ ಹಾಗೂ ಚಲನೆಯನ್ನು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಣ ಯಾವ ವಸ್ತುವೂ ತೋರಲಾರದು; ಕಾರಣ, ಅದರ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ಭೂಮಿಯ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯೊಡನೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ಅತಿ ಕ್ಷುದ್ರಾಂಶ. ಆದ್ದರಿಂದ ಈ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಬಿಟ್ಟಾಗ ಅದರ ಮತ್ತು ಭೂಮಿಯ ನಡುವಣ ಗುರುತ್ವ ಬಲವು ಭೂಮಿಯನ್ನು ಪುಸ್ತಕದತ್ತ ಎಳೆಯುವಂಥದೇ ಆದರೂ, ಈ ಬಲ ÷ ಭೂಮಿಯ ದ್ರವ್ಯವಾಗಿ = ಭೂಮಿಯ ಚಲನೆಯ ಉತ್ಕರ್ಷ; ಇದು ಶೂನ್ಯಕಲ್ಪವೇ ಆಗುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದಲೇ ನಾವು ಭೂಮಿಯ ಚಲನೆಯನ್ನು ಕಾಣಲಾರೆವು. ಆದರೆ, ಆಕಾಶಕಾಯಗಳಾದ ಸೂರ್ಯ ಮತ್ತು ಚಂದ್ರರು ನಮ್ಮ ಭೂಮಿಯನ್ನು ಹಿಡಿದೆಳೆಯುವುದನ್ನು ನಾವು ಕಾಣಬಲ್ಲೆವು. ಭೂಮಿಯು ಸೂರ್ಯಮಂಡಲದ ಗ್ರಹ. ಸೂರ್ಯನ ಅಪಾರ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಸುತ್ತಲೂ ಭೂಮಿಯು ತನ್ನ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನ ಹಿಡಿತದ ಮೇರೆಗೆ ಸುತ್ತುತ್ತಲಿದೆ. ಹಾಗೆಯೇ, ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತಲೂ ಚಂದ್ರ ಇದರ ಗ್ರಹವಾಗಿ ಸುತ್ತುತ್ತಲಿದ್ದಾನೆ. ಆದರೆ ಚಂದ್ರನು ಭೂಮಿಯನ್ನು ಅಷ್ಟು ದೂರದಿಂದಲೂ ಆಕರ್ಷಿಸಿ ಇದರ ಮೇಲೆ, ಮುಖ್ಯ ಜಲಭಾಗಗಳ ಮೇಲೆ. ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಕಂಡುಬರುವಂಥ ಉಬ್ಬರಗಳನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತಾನೆ. ಪಾದರಸವನ್ನು ಎಳೆಯುವ ಆಕಪರ್ಷಿಸುವ ಕಾಂತವೊಂದಿದೆ ಎಂದಿಟ್ಟುಕೊಂಡರೆ, ಚಿಕ್ಕ ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿಟ್ಟ ರಸವು ಅದರ ಮೇಲ್ಗಡೆ ಕಾಂತವನ್ನಿಟ್ಟ ಮಾತ್ರಕ್ಕೇನಾಗುವುದು? ಊಹಿಸಿರಿ. ಚಿತ್ರ 32ರಲ್ಲಿ ತೋರಿದಂತೆ ರಸವು ಉಬ್ಬುವುದು,



ಚಿತ್ರ 32: ಕಾಂತವು ದ್ರವವನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುವಿಕೆ.

ಕಾಂತವನ್ನು ಮುಟ್ಟಲೆಳಸುವಂತೆ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಹರಿಯುವುದು. ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಉಬ್ಬುತ್ತ, ಸುತ್ತಲಿನ ಅಂಚಿನಲ್ಲೆಲ್ಲ ಕೆಳಮಟ್ಟದಲ್ಲಿದ್ದುಬಿಡುವುದು. ಇಂಥ ಉಬ್ಬರ, ಇಳಿತಗಳು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಣ ಜಲಾಶಯಗಳಲ್ಲೂ ಚಂದ್ರ, ಸೂರ್ಯರ ದೆಸೆಯಿಂದಾಗಿ, ಅವರ ಆಕರ್ಷಣೆಯ ಫಲವಾಗಿ, ಕಂಡುಬರುತ್ತಲಿವೆ.

ಸೂರ್ಯನು ಭೂಮಿಯಿಂದ, ಚಂದ್ರನಿಗಿಂತ 400 ಪಾಲಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದರೂ ತನ್ನ ಪ್ರಬಲ ಆಕರ್ಷಣೆಯ ಫಲವಾಗಿ, ಸಾಗರಗಳಲ್ಲಿ ಉಬ್ಬರ–ಇಳಿತಗಳನ್ನು ತೋರುತ್ತಾನೆ. ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯು ಒಂದೆಡೆ ಉಬ್ಬಿದರೆ, ಇನ್ನೊಂದೆಡೆ ಇಳಿಯುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಅಮಾವಾಸ್ಯೆ ದಿನ ಸೂರ್ಯ, ಚಂದ್ರರಿಬ್ಬರೂ ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನಿಂದ ಭೂಮಿಯನ್ನು ತಮ್ಮತ್ತ ಸೆಳೆಯುತ್ತಾ ಅಂದು ಅಧಿಕ ಇಳಿತ ಭರತಗಳನ್ನು (Spring tide) ಉಂಟು ಮಾಡುತ್ತಾರೆ. ಹುಣ್ಣಿಮೆಯ ದಿನ ಚಂದ್ರ, ಸೂರ್ಯರು ಪರಸ್ಪರ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕುಗಳಿಂದ ಜಲಾಶಯ ಗಳನ್ನು ಎಳೆಯುತ್ತಲಿರುವ ಕಾರಣ, ಉಂಟಾಗುವ ಇಳಿತ ಭರತಗಳೋ ಕನಿಷ್ಠ ಪ್ರಮಾಣದವುಗಳು.

ಗಗನಯಾನ ಮತ್ತು ಜೆಟ್ ಯಾನಗಳು ನ್ಯೂಟನನ ಮೂರನೆಯ ನಿಯಮವನ್ನು ವಿಶದೀಕರಿಸುವ ಅನೇಕ ಸುಲಭೋದಾಹರಣೆಗಳನ್ನು ಈತನಕ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿರುತ್ತೇವೆ. ಇನ್ನೊಂದು ಇದೇ ನಿಯಮದ ಉಪಯೋಗವಾದರೋ ಅತ್ಯದ್ಭುತವಾಗಿದೆ. ಇದೇ ಗಗನಯಾನ ಮತ್ತು ಜೆಟ್‌ವಿಮಾನ ಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಕಲ್ಪನೆ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ರಚನೆಯ ವೈಖರಿ.

ಜೆಟ್‌ಗಳಾಗಲಿ, ರಾಕೆಟುಗಳಾಗಲೀ ಮೂರನೆಯ ನಿಯಮವನ್ನೇ ಆಧರಿಸಿದ ವಾಹನಗಳು. ಬಲ, ಪ್ರತಿಬಲಗಳು ಕ್ರಿಯೆ, ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಸಮ ಮತ್ತು ವಿರುದ್ಧವಾದವುಗಳೆಂಬುದೇ ಇಲ್ಲಿ ಅಡಕವಾದ ತತ್ವ. ಮಕ್ಕಳಾಟಿಕೆಯ ಊದುಗುಳ್ಳೆಯೊಳಗೆ ಗಾಳಿ ತುಂಬಿ ಬಿಟ್ಟುಬಿಡಿರಿ. ಗಾಳಿ ಹೊರಗೆ ಧಾವಿಸುತ್ತಲಿರುವಾಗ, ಗುಳ್ಳೆ ಸರಿ ವಿರುದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಸಿಕ್ಕಾಬಟ್ಟೆ ಹಾರಿಬಿಡುತ್ತದೆ. ಗಾಳಿ ಅಧಿಕ ಒತ್ತಡದಲ್ಲಿದ್ದು ಗುಳ್ಳೆಯ ದ್ವಾರದ ಮೂಲಕ ಹೊರಗೆ ಬರುವ ಬಲವೊಂದಕ್ಕೆ ಪ್ರತಿಯಾಗಿ ಗುಳ್ಳೆಯನ್ನು ಆಚೆಗೆ, ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ತಳ್ಳುವ ಬಲವು ಕಂಡುಬಂದು ಗುಳ್ಳೆಯನ್ನು ಅತ್ತ ಚೆಲ್ಲಿಬಿಡು ತ್ತದೆ. ಬೆಲೂನು, ಜೆಟ್, ರಾಕೆಟುಗಳಲ್ಲಿ ಇಂಧನವನ್ನೋ ಗಾಳಿಯನ್ನೋ ಹಿಂದಕ್ಕೆ ತಳ್ಳಲಾಗುತ್ತದೆ, ಆಗ ಯುಕ್ತರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಇದಕ್ಕೆ ಪ್ರತಿಯಾಗಿ ಬೆಲೂನು, ರಾಕೇಟು, ಇಲ್ಲವೆ ಜೆಟ್ ತಾನು ಮುಂದಕ್ಕೆ ತಳ್ಳಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ರಾಕೇಟುಗಳು ತಮಗೆ ಅವಶ್ಯಕವಿರುವ ಇಂಧನವನ್ನು ಹೊತ್ತುಕೊಂಡೇ ಮೇಲೇರಿ, ದಗ್ಧಾನಿಲಗಳನ್ನು ಹಿಂಗಡೆಯಿಂದ ಹೊರಕ್ಕೆ ಹಿಮ್ಮುಖವಾಗಿ ತಳ್ಳಲಾರಂಭಿಸಿದಂತೆ, ರಾಕೇಟ್ ಮುಂದೆ ಧಾವಿಸುತ್ತದೆ. ಹಿಂದೆ ತಳ್ಳುವ ಬಲದಷ್ಟೇ ಪರಿಮಾಣದ ಬಲವು ರಾಕೇಟನ್ನು ಮುಂದೆ ತಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಜೆಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸವೆಂದರೆ, ಇವು ತಾವೇ ಹೊರಗಿನಿಂದ ಗಾಳಿಯನ್ನು ಪಡೆದುಕೊಂಡು ತಮ್ಮೊಳಗೆ ಈ ಗಾಳಿಯನ್ನು ಸಂಕೋಚಗೊಳಿಸಿ ವೇಗವಾಗಿ ಹಿಂಗಡೆ ಹೊರಕ್ಕೆ ಧಾವಿಸುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಆಗಲಾದರೋ ಪ್ರತಿಬಲದ ಕಾರಣದಿಂದ ಜೆಟ್ ಮುಂದೆ, ಮುಂದೆ ಸಾಗುತ್ತದೆ. ರಾಕೇಟುಗಳ ತಂತಮ್ಮ ಚಲನೆಗೆ ಮೂರನೆಯ ನಿಯಮದ ಮೇಲೆ – ಅಂದರೆ, ಪ್ರತಿ ಬಲಗಳ ಮೇಲೆಯೇ ಸಂಪೂರ್ಣ ಅಧೀನ ವಾಗಿವೆ. ಆದರೆ ಜೆಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಮುಂದಿನ ಚಲನೆಗೆ ಮಾತ್ರ ಹಿಂದೊಗೆಯಲ್ಪಟ್ಟ ಗಾಳಿ ಸಹಕಾರಿಯಾಗುವುದೇ ವಿನಾ ಇನ್ನೇನನ್ನೂ ಮಾಡಲಾರದು; ಗಾಳಿಯ (ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿನ ಗಾಳಿಯ) ಪ್ಲಾವನ ಧರ್ಮವನ್ನೇ ಅವಲಂಬಿಸಿ, ಜೆಟ್‌ವಿಮಾನ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ತೇಲಲನುವಾಗುತ್ತದೆ. ರಾಕೇಟುಗಳಲ್ಲಿ ಇಂಥ ಅಧೀನತೆ ಯಾ ಅವಲಂಬನವೇನೂ ಕಂಡುಬರುವುದಿಲ್ಲ.

ಗಗನಯಾತ್ರೆಯು ಸುಲಭವಾಗಲೇನು ಕಾರಣ? ನ್ಯೂಟನನ ಮೊದಲನೆ ನಿಯಮದಿಂದ ಇದಕ್ಕೆ ಉತ್ತರವನ್ನರಸಬಹುದು. ಹೊರ ಗಗನದಲ್ಲಿ ಯಾವ ಪದಾರ್ಥವೂ ಇಲ್ಲ. ಎಂಥ ತಡೆಯೂ ಇಲ್ಲ. ಸಮಚಲನೆಯನ್ನು ವಿರೋಧಿಸಿ ಕುಂಠಿತಗೊಳಿಸಬಲ್ಲ, ಅಪಕರ್ಷಕ್ಕೀಡುಮಾಡಬಲ್ಲ ಯಾವ ವಿರೋಧಕ ಬಲವೂ ಇಲ್ಲ. ಹೀಗಿದ್ದ ಬಳಿಕ ಮೊದಲನೆ ನಿಯಮ ಪ್ರಕಾರ ಚಲಿಸುವ ವಸ್ತು ಸಮಚಲನೆಯನ್ನೇ ಸದಾತೋರುವುದು; ಇಂಥ ಚಲನೆಯು ನಿರೋಧಿಸಲ್ಪಡಲಾರದು. ಹೀಗೆ ಹೊರಗಗನವನ್ನು ಒಂದಷ್ಟು ವೇಗದಲ್ಲಿ ಸೇರಿದ ವಾಹನವು ಅಷ್ಟೇ ವೇಗದಿಂದ ಇನ್ಯಾವ ಇಂಧನವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸದೇನೇ ಮುಂದೆ,

ಮುಂದೆ ಸಾಗಬಲ್ಲುದು. ಥಕ್ಕನೆ, ಇದರ ವೇಗವನ್ನು ಕಡಿಮೆಮಾಡಬೇಕಾದರೆ, ಇಲ್ಲವೆ, ಇದರ ಗತಿಯನ್ನು ಬದಲಿಸಬೇಕಾದರೆ, ಪುನಃ ನ್ಯೂಟನನ ಮೂರನೆಯ ನಿಯಮವೇ ನಮಗೆ ಶರಣು. ಅಂದರೆ, ವೇಗ ವನ್ನು ಕಮ್ಮಿಮಾಡಲು ಅದರ ಮುಂದೇನನ್ನಾದರೂ ಹಾರಿಸಿರಿ; ಆಗ ಇದಕ್ಕೆ ಸರಿ ವಿರುದ್ಧವಾದ ಪ್ರತಿ ಕ್ರಿಯೆಯ ಕಾರಣ ವೇಗವು ನಿರೋಧಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ವಾಹನವು ಬಲಕ್ಕೆ ತಿರುಗಬೇಕಿದ್ದರೆ ಸರಿ ಎಡಕ್ಕೆ ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಹಾರಿಸಿರಿ, ಆಗ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯ ಫಲವಾಗಿ ವಾಹನವು ಬಲಕ್ಕೆ ಹಾರುವುದು.

ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತಲೂ, ಭೂಮಿಯನ್ನು ಕುರಿತು ಇಲ್ಲವೆ, ಹೊರ ಗಗನವನ್ನು ಕುರಿತು ವಿವಿಧ ವಿವರಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸುವ ಉದ್ದೇಶದಿಂದ ಹಾರಿಸಲಾದ ಉಪಗ್ರಹಗಳು (satellites) ಬರಿಯ ಶೂನ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ (space) ಸಂಚರಿಸಿದಂಥವುಗಳಲ್ಲ; ಮನುಷ್ಯರು ಕುಳಿತು ಹಾರಾಡಿದ ಉಪಗ್ರಹ ಗಳು ಕೂಡ, ಇಂಥ ಪ್ರದೇಶವನ್ನು ಮುಟ್ಟಿಲ್ಲ;ಅಲ್ಲದೆ, ಈ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಸಂಚಾರದ ಪಥದ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಇವುಗಳು ಭೂಮಿಯ ಗುರುತ್ವಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೊಳಪಟ್ಟೇ ಸಂಚರಿಸಿದಂಥವುಗಳು. ಭೂಮಿಯ ಹಿಡಿತವನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಿ ಹಾರಿಹೋದಂಥವು ಕೆಲವೇ ಮಾತ್ರ. ಮುಖ್ಯವಾಗಿ, ಭೂಮಿಯನ್ನು ಸುತ್ತುತ್ತಲಿದ್ದ, ಸುತ್ತು ವರಿಯುತ್ತಲಿರುವ ಉಪಗ್ರಹಗಳಾದರೋ ತಮ್ಮ ಪಥದ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಚಲಿಸುತ್ತಲಿರುವಾಗ ಭೂಮಿ ಯಿಂದ ಆಕರ್ಷಿಸಲ್ಪಡುತ್ತಲಿದ್ದು ಭೂಮಿಗೆ ತುಸು ತುಸುವೇ ಹತ್ತಿರಬರುತ್ತಲಿವೆ. ಆದರೇನು? ಇವು ಬಹಳ ಎತ್ತರದಲ್ಲೇ ಸಂಚರಿಸಹತ್ತಿದ ಕಾರಣ ಅಲ್ಲಿನ ಆಕಾಶವೂ, ಅವುಗಳ ಕಕ್ಷೆಯೂ ಇವುಗ ಳೊಡನೆಯೇ ಮುದುಡುತ್ತಲಿದ್ದು ಇವುಗಳ ಎತ್ತರವು ಏಕಪ್ರಕಾರವಾಗಿದ್ದಂತೆಯೇ ಕಂಡುಬರು ತ್ತದೆ. ಇನ್ನು ಇವನ್ನು ಎಲ್ಲಾದರೂ ಕೆಳಮುಖವಾಗಿ ತಿರುಗಿಸಿಬಿಟ್ಟಾಗ, ಅವು ತಮ್ಮ ಪಥದಿಂದ ಕೆಳಗೆ–ಭೂಮಿಗೆ ಹತ್ತಿರವಾಗಿ–ಬರಲಾರಂಭಿಸುವುವು. ಅಥವಾ, ಇವು ತಮ್ಮಷ್ಟಕ್ಕೇ ಭೂಮಿಯ ಹೊರ ವಾತಾವರಣದ ಹತ್ತಿರ ಬಂದಾಗ, ಅತ್ಯಂತ ಶುಷ್ಕ ವಾತಾವರಣವೂ ಕೂಡ ಇವುಗಳ ಗತಿಗೆ ಒಂದಷ್ಟು ತಡೆಯನ್ನೊಡ್ಡುತ್ತ ಚಲನೆಯನ್ನು ತುಸುವಾದರೂ ಓರೆಯಾಗಿಸಿ, ಅವನ್ನು ಮತ್ತೂ ಮತ್ತೂ ಹತ್ತಿರ ಬರುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ, ಅಷ್ಟೆ. ಅಂತೂ ಗಗನಯಾತ್ರಿಕರು ಭಾರಹೀನಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದರು ಎಂದರೆ ಭೂಮಿಯ ಹಿಡಿತವನ್ನು ಇವರೇನೂ ತಪ್ಪಿಸಿದರೆಂದರ್ಥವಲ್ಲ; ಇವರು ತಮ್ಮ ಪಥದ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಅವರೆಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದರೋ ಅಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿ ಗುರುತ್ವೋತ್ಕರ್ಷದಿಂದ ಋಜು (straight) ಪಥ ದಿಂದ ವಕ್ರಪಥಕ್ಕೆ ಕೆಳಗೆ ಬೀಳುತ್ತಲಿದ್ದರೆಂದೇ ಅರ್ಥ. ಇಂಥ ಸಕ್ರಮವಾದ ಬೀಳುವಿಕೆಯಿಂದಲೇ ಅವರು ಭಾರ ಕಳೆದುಕೊಂಡಂತೆ ವಿಚಿತ್ರ ಅನುಭವವನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತಿದ್ದರು. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಕೂಡ ಕಟ್ಟಡಗಳಲ್ಲಿನ ಉದ್ವಾಹಕ (elevator)ಗಳಲ್ಲಿ ನಿಂತು ಅವನ್ನು 'g' ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದಿಂದ ಮೇಲೆ ಎತ್ತಿದರೆ, ಭಾರ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆಯೂ, ಹಾಗೆಯೇ ಅದನ್ನು ದೊಪ್ಪನೆ ಬೀಳಗೊಟ್ಟಾಗ ಅಂದರೆ 'g' ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದಿಂದ ಕೆಳಗೆ ಬೀಳಗೊಟ್ಟಾಗ, ಭಾರಹೀನ (ಶೂನ್ಯಭಾರ weightless) ಸ್ಥಿತಿಯೂ ನಮಗೆ ಅನುಭವವಾಗುವುದಿಲ್ಲವೆ?

ಇನ್ನು ಮುಂದಿನ ದಶಕಗಳಲ್ಲಿ ದೂರದ ಗಗನಯಾತ್ರೆಗಳನ್ನು ಗ್ರಹಗಳ ನಡುವೆ, ಅಥವಾ ಮತ್ತೂ ಮುಂದೆ ಮುಂದಕ್ಕೆ ನಡೆಸುವ ವೇಳೆ, ನಿಜವಾದ ಭಾರಹೀನ ಸ್ಥಿತಿಯು ಅನುಭವವಾಗದಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಅಂಥ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಮನುಷ್ಯನ ದೈಹಿಕ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳಲ್ಲಿ ಎಂಥ ಬದಲಾವಣೆಗಳು ಅವಶ್ಯವೆಂಬುದನ್ನು ಇತ್ತೀ ಚೆಗಿನ ಗಗನಯಾತ್ರಿಕರ ಅನುಭವಗಳು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟಿರುತ್ತವೆ. ಇಂಥ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಆಂತರಿಕ ರಚನೆ ಮತ್ತು ಚಲನೆಗಳಲ್ಲಾದರೋ ವಿಶೇಷ ಬದಲಾವಣೆಗಳು ಕಂಡುಬಂದಿಲ್ಲ. ಕುಡಿಯಲು, ತಿನ್ನಲು ಕೂಡ ಇವರು ಶಕ್ತರಾಗಿದ್ದರು. ಆದರೆ ನೀರನ್ನು ಕುಡಿಯುವ ವೇಳೆ ಭಾರಹೀನಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದ ನೀರು ಪಾತ್ರೆ ಯಿಂದ ಕೆಳಗೆ ಇಳಿಯದು. ಆದುದರಿಂದ ಈ ನೀರನ್ನು ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ ಬಾಟಲಿಯಲಿಟ್ಟು ಅದನ್ನು ಅಮುಕುತ್ತ ಹೊರಗೆ ಹರಿಯಿಸಬೇಕಿತ್ತು; ಅಲ್ಲದೆ, ಇದೇ ವೇಳೆ ಬಾಟಲಿಯ ತುದಿಯು ಬಾಯಿಯ ಒಳಗೇ ಇದ್ದರೆ

ಮಾತ್ರ ನೀರು ಬಾಯಿಗೆ ಹರಿದೀತು, ಹೊರಗೆ ಇದ್ದರೆ, ನೀರು ಬಾಯಿ, ಬಾಟಲಿಗಳ ನಡುವೆ ಗುಂಡಿನಂತೆ ತೇಲುತ್ತಲೂ, ಮುಂದೆ ಸಾಗುತ್ತಲೂ ಇರಬಲ್ಲುದು. ಗಗನಯಾತ್ರಿಕರ ಸುತ್ತಲೂ ಮೇಲೆ, ಕೆಳಗೆ ಎಂಬ ಪದಗಳು ಅರ್ಥವಿಲ್ಲದ ಮಾತುಗಳು. ಇನ್ನು ಈ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ತಮ್ಮ ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತಲೂ ಭ್ರಮಿಸುವಂತೆ (spin) ಮಾಡಿದರೆ, ಆಗ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ಕೇಂದ್ರ ವಿಮುಖ ಬಲದ ಕಾರಣದಿಂದ ತಮ್ಮ 'ಕೆಳಗೆ ಈ ಭಾಗ' – ಹೊರಗಿನ ಭಾಗವೆಲ್ಲವೂ ತಮ್ಮ ಕೆಳಗೆ–ಎಂಬ ಅನುಭವವಾಗುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಇಂಥ ಉತ್ಕರ್ಷವನ್ನು 'ಆಂಶಿಕ ಗುರುತ್ವೋತ್ಕರ್ಷ' (partial gravity) ಎನ್ನುವುದೂ ಇದೆ.

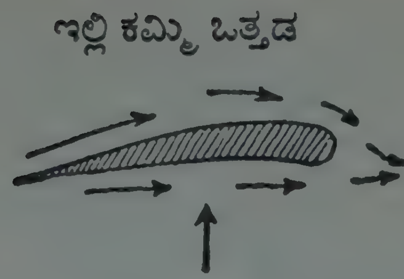
ದ್ರವ ಮತ್ತು ಅನಿಲಗಳ ಚಲನೆ: ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತುಗಳ ಚಲನೆಯನ್ನು ಇಷ್ಟರ ತನಕ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿರುವೆವು. ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಇವುಗಳ ಚಲನವಲನಗಳ ಅರ್ಥ ಕಲ್ಪನೆಗೆ ನ್ಯೂಟನನ ನಿಯಮಗಳು ಹೇಗೆ ಸಹಕಾರಿಯಾಗಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಈತನಕ ಪರಿಶೀಲಿಸಿರುತ್ತೇವೆ; ಅಲ್ಲದೆ, ಗುರುತ್ವ ಬಲಗಳ ಸ್ಥೂಲ ಕಲ್ಪನೆಯೂ ಗಟ್ಟಿವಸ್ತುಗಳ ಚಲನೆಯ ಅಭ್ಯಾಸದಿಂದೊದಗಿದೆ. ಹಾಗಿದ್ದರೆ, ದ್ರವಾನಿಲಗಳ ಚಲನೆಯ ಸ್ವಾರಸ್ಯವೇನು?

ಈ ಭಾಗದ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖನೇ ಡೇನಿಯಲ್ ಬರ್ನಾಲಿ (Daniel Bernoulli) ಈತನ ತಂದೆ ಜೀನ್, ಸಹೋದರ ನಿಕಾಲಸ್ ಚಿಕ್ಕತಂದೆ ಜೇಕ್ಸ್ ಮೊದಲಾದವರೆಲ್ಲರೂ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳೇ ಗಣಿತ, ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರೇ. ಸ್ವಿಜರ್ಲೇಂಡಿನ ಬಾಸಲ್ ಪಟ್ಟಣದಲ್ಲಿ ಮೊದಲು ಈತ ಮನುಷ್ಯದೇಹ ಶಾಸ್ತ್ರ ಹಾಗೂ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರಗಳ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕನಾಗಿ ನೇಮಕಗೊಂಡನು. ಅನೇಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿದ ಈತನು ಅನಿಲ ಮತ್ತು ದ್ರವಗಳ ಓಟದಿಂದ, ಇವುಗಳ ಆಘಾತದಿಂದ ಗಟ್ಟಿವಸ್ತುಗಳಂಥದೇ ಚಲನೆಯನ್ನು ತೋರುತ್ತವೆ ಎಂಬ ವಿಷಯವಾಗಿ ಅನೇಕ ನೂತನ ವಿಚಾರಗಳನ್ನು, ಪ್ರಮೇಯಗಳನ್ನು ಮಂಡಿಸಿದ್ದಾನೆ. ತಾನೂ ತನ್ನ ತಂದೆಯೂ ಇಂಥ ವಿಚಾರ ಪರಿಶೀಲನೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಪೇರಿಸ್ ಪಟ್ಟಣದ ಸಾಯನ್ಸ್ ಎಕೆಡೆಮಿಯಿಂದ ಹಲವು ಸಂಭಾವನೆಗಳನ್ನು ಪಡೆದಿರುತ್ತಾರೆ.

ಬರ್ನಾಲಿಯ ಮೊದಲನೆ ನಿಯಮವು ದ್ರವಾನಿಲಗಳ ಚಲನೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದುದು: "ಗಾಳಿ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗ, ಇದರ ಚಲನೆಯ ವೇಗವು ಕಮ್ಮಿಯಾದಂತೆ, ಗಾಳಿಯ ಒತ್ತಡವು ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ, ವೇಗವು ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ, ಒತ್ತಡವು ಕಮ್ಮಿ ಆಗುತ್ತದೆ."

ಬಹಳ ಸುಲಭವಾಗಿ, ಅತಿ ಸುಲಭ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಇದರ ಸತ್ಯತೆಯನ್ನು ನೀವು ಪರೀಕ್ಷಿಸಬಹುದು. ಸುಮಾರು $4'' \times 1''$ ಗಾತ್ರದ ಚಿಕ್ಕ ಕಾಗದದ ಹಾಳೆಯನ್ನು ಹರಿದು, ನಿಮ್ಮ ತುಟಿಯ ಇದಿರಿಗೆ ಇರಿಸಿರಿ. ಗಾಳಿ ಹದವಾಗಿ ಬೀಸುತ್ತಲಿದ್ದಂತೆ, ಇದು ನಯವಾಗಿ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ತೇಲುತ್ತಲಿರಬಹುದು. ಗಾಳಿಯನ್ನು ಬಲವಾಗಿ ಹಾಳೆಯ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಊದಿರಿ. ಸಾಮಾನ್ಯ ಭಾವನೆಗಳ ಮೇರೆಗೆ ನಾವು ಗಾಳಿಯನ್ನು ಬಲವಾಗಿ ಊದಿದಂತೆ, ಆ ಕಾಗದವು ಕೆಳಕ್ಕೆ ಬಾಗಬೇಕಷ್ಟೆ. ಆದರೇನು? ಬಹಳ ವಿಚಿತ್ರವೆಂಬಂತೆ, ಕಾಗದವು ತುಟಿಯ ಮೇಲ್ಭಾಗಕ್ಕೆ ಮತ್ತೂ ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ಹಾರುತ್ತದೆ. ಕೆಳಭಾಗದ ಗಾಳಿಯು ಇದನ್ನು ಅಮುಕುತ್ತಾ ಮೇಲೆ ತಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಲು ಕಾರಣವಾದರೋ ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲಿನ ಗಾಳಿಯು ಕಮ್ಮಿ ಒತ್ತಡವನ್ನು, ಅಂದರೆ, ಗಾಳಿಯು ವೇಗತರವಾಗಿ ಚಲಿಸಿದಂತೆ, ಒತ್ತಡವನ್ನೂ ಮತ್ತು ಕಮ್ಮಿ ತೋರುವುದು ಎಂಬುದು ಇದರಿಂದ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ.

ವಿಮಾನಗಳ ಹಾರಾಟದಲ್ಲೂ ಇಂಥದೇ ತತ್ವವು ಅಡಗಿದೆ, ಉಪಯುಕ್ತವಾಗಿದೆ. ವಿಮಾನದ ರೆಕ್ಕೆಗಳ ಮೇಲ್ಭಾಗವು ವಕ್ರವಾಗಿದ್ದು,ಕೆಳಭಾಗವು ಚಪ್ಪಟೆಯಾಗಿದೆ, ಸಮತಲದಲ್ಲಿದೆ. ಚಿತ್ರ 33ನ್ನು ನೋಡಿರಿ. ರೆಕ್ಕೆಯ ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲಿನ ಗಾಳಿಯು ಕೆಳಗಿನ ಗಾಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ದೂರ ಹರಿಯಲೇಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ, ಅಂದರೆ, ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿಸ್ತಾರಕ್ಕೂ ಹರಿಯಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ವಿಮಾನವು ಹಾರಾಡುವಾಗ, ರೆಕ್ಕೆ



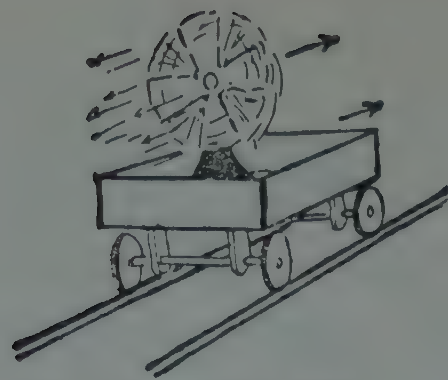
ಚಿತ್ರ 33: ವಿಮಾನ ರೆಕ್ಕೆಗಳ ಸೀಳುನೋಟ.

ಗಳು ಗಾಳಿಯನ್ನು ಸೀಳುತ್ತಾ ದಾಟುವಾಗ, ಅವಶ್ಯವಾಗಿಯೂ ರೆಕ್ಕೆಯ ಮೇಲ್ಭಾಗದ ಗಾಳಿ ಕೆಳಭಾಗಕ್ಕಿಂತ ವೇಗತರವಾಗಿಯೇ ಧಾವಿಸುತ್ತದೆ, ಮತ್ತು ಆಗ ಕೆಳಭಾಗದ ಗಾಳಿಯು ತೋರುವ ಒತ್ತಡವು ಮೇಲ್ಭಾಗದ ಗಾಳಿಯ ಒತ್ತಡಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿಗೆ ಇದ್ದು, ರೆಕ್ಕೆಗಳನ್ನು ಈ ಅಧಿಕ ಒತ್ತಡವು ಮೇಲೆ ಒತ್ತುತ್ತದೆ, ಎತ್ತುತ್ತದೆ.

ಇದಿಷ್ಟು ವಿಮಾನಗಳ ಹಾರಾಟದ ಮೂಲತತ್ವವೆನಿಸಿದೆ. ಆದರೆ ರೆಕ್ಕೆಗಳನ್ನು ತುಸುವಾಗಿ ವಾಲಿಸಿ ಮತ್ತಿನ್ನಿತರ ಅವಶ್ಯಕ ರಚನೆಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಟನ್‌ಗಟ್ಟಳೆ ಭಾರದ ವಿಮಾನಗಳನ್ನೂ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಮೇಲೆತ್ತಲು ಬರುತ್ತಲಿದೆ. ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಆಧರಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ವಿಮಾನವಾದರೋ ಅಂತೆಯೇ ಇರಬೇಕಾದರೆ, ಅದು ಚಲಿಸುತ್ತಲೇ ಇರಬೇಕು; ಚಲನೆಯಿಲ್ಲದೆ ಹೋದರೆ, ಇದು ಆಧರಿಸಲ್ಪಡುವಂತೆಯೇ ಇಲ್ಲ. ಅಂದರೆ, ಈ ಬಗ್ಗೆ ವಿಮಾನದ ನೋದಕ (propeller) ಗಳಚಲನೆ, ಇಲ್ಲವೆ ಜೆಟ್‌ಗಳ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಣವೂ ಅತ್ಯವಶ್ಯವೆನಿಸುತ್ತದೆ.

ನೋದಕ (ಪ್ರೊಪೆಲರ್)ಗಳ ಚಲನೆ: ಸ್ಟೀಮರುಗಳಲ್ಲಾಗಲಿ, ವಿಮಾನಗಳಲ್ಲಾಗಲೀ ಅವು ಎಷ್ಟು ದೊಡ್ಡವುಗಳೇ ಇರಲಿ, ಪ್ರೊಪೆಲರುಗಳು ಏಕಪ್ರಕಾರವಾದ ಕಾರ್ಯವನ್ನೆಸಗುತ್ತವೆ. ನೀರನ್ನೋ, ಗಾಳಿಯನ್ನೋ ಇವು ಸೀಳುತ್ತಾ ಗಾಳಿಯ ಚಲನೆಗೆ, ನೀರಿನ ಚಲನೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತವೆ. ಪ್ರೊಪೆಲರುಗಳ ಹಲಗೆ (blade)ಗಳಾದರೋ ಚಪ್ಪಟೆಯಾಗಿಲ್ಲವೆಂಬುದನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಮರೆಯಬಾರದು. ಇವುಗಳ ಮೈಗಳು ತುಸು ವಕ್ರವಾಗಿದ್ದು, ಇವುಗಳು ಸುತ್ತುವಾಗ ನೀರು ಮತ್ತು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಚಲನೆಯನ್ನುಂಟು ಮಾಡುತ್ತವೆ. ತಿರುಗಣೆಯನ್ನು ತಿರುಪುವುದರಿಂದ ಅದು ಮುಂದೆ, ಹಿಂದೆ ಹೋಗುವಂತೆಯೇ ಈ ಪ್ರೊಪೆಲರಿನ ಚಲನೆಯಿಂದ ಅವುಗಳ ಹಲಗೆಗಳು ನೀರನ್ನೋ ಗಾಳಿಯನ್ನೋ ಒತ್ತುವುದರಿಂದ ಸ್ಟೀಮರ್ ಇಲ್ಲವೇ ವಿಮಾನವು ತಾನು ಮುಂದೆ, ಇಲ್ಲವೆ ಹಿಂದೆ, ಚಲಿಸುವುದು. ನಾಲ್ಕು ಹಲಗೆಗಳುಳ್ಳ ಒಂದು ಪ್ರೊಪೆಲ್ಲರು ಇದೆ ಎನ್ನಿರಿ. ಇದರ ಒಂದು ಹಲಗೆಯು ನೀರನ್ನು 6 ಇಂಚುಗಳಷ್ಟು ತಳ್ಳುತ್ತದೆಯೆಂದರೆ ಸ್ಟೀಮರ್ 6 ಇಂಚು ಮುಂದೆ ಸಾಗುವುದು. ಆದರೆ, ಪ್ರೊಪೆಲರಿನ ಒಂದು ಪೂರ್ತಿ ಭ್ರಮಣದಿಂದ ಸ್ಟೀಮರ್ $6'' \times 4'' = 24''$ ಮುಂದೆ ಸಾಗುವುದು. ವಿಮಾನದ ಪ್ರೊಪಲರುಗಳು ಅತ್ಯಂತ ಚುರುಕಾಗಿ, ವೇಗವಾಗಿ ಭ್ರಮಿಸುತ್ತಾ, ವಿಮಾನದ ಹಾರಾಟದ ಅಪಾರ ವೇಗಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತವೆ.

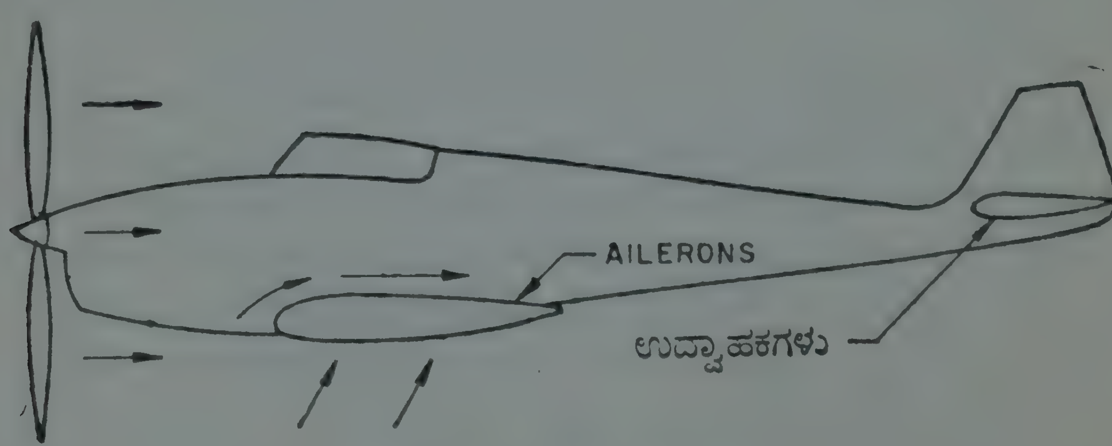
ಚಿತ್ರ 34ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದ ಮಕ್ಕಳಾಟದ ಕಾರನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ. ಇದರ ಮೇಲೆ ಚಿಕ್ಕ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಫ್ಯಾನ್ ಒಂದನ್ನು ಇರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಫ್ಯಾನ್ ಸುತ್ತಲಾರಂಭಿಸಿದೊಡನೆ ಹಳಿಗಳ ಮೇಲೆ ನಿಂತಿದ್ದ ಕಾರು ತನ್ನಷ್ಟಕ್ಕೇ ಚಲಿಸಲಾರಂಭಿಸುವುದು. ಕಾರಣವೇನು? ಫ್ಯಾನು ತಿರುಗುತ್ತಲೂ ಗಾಳಿಯನ್ನು ಒತ್ತುತ್ತಾ ಅದನ್ನು ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಗಾಳಿಯ ತಳ್ಳುವಿಕೆಯು ಬಲವಾದರೆ, ನ್ಯೂಟನನ ಮೂರನೆಯ ನಿಯಮ ಪ್ರಕಾರ ಇದರ ಪ್ರತಿಬಲವು ಫ್ಯಾನನ್ನು, ಅದು ನಿಂತಿರುವ ವಾಹನವನ್ನು ಗಾಳಿಗೆ ವಿರುದ್ಧ



ಚಿತ್ರ 34: ಆಟದ ಗಾಡಿ.

ವಾಗಿ ಚಲಾಯಿಸಿಬಿಡುವುದು. ನೆಲದ ಮೇಲೆ, ಮೇಜಿನ ಮೇಲೆ, ನಿಲ್ಲಿಸಿದ ಫ್ಯಾನು ತಿರುಗಲಾರಂಭಿಸಿದಾಗ ಗಾಳಿಗೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ ಏತಕ್ಕೆ ಚಲಿಸುವುದಿಲ್ಲ? ಎಂದು ನಿಮಗೆ ಸಂದೇಹ ಬರಬಹುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಿಷ್ಟೇ. ಗಾಳಿಯ ವೇಗವೋ ಅಪರಿಮಿತವಾಗುವುದಿಲ್ಲ; ಅಲ್ಲದೆ, ಫ್ಯಾನಿನ ಬುಡವು ಸಾಕಷ್ಟು ಭಾರವಾಗಿದ್ದು, ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ಪ್ರತಿಬಲವು ಇಷ್ಟು ಭಾರದ ಫ್ಯಾನನ್ನು ಚಲಾಯಿಸಲು ಶಕ್ತವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಇದೇ ಫ್ಯಾನನ್ನು ಗಾಲಿಗಳುಳ್ಳ ಚಿಕ್ಕ ವಾಹನದ ಮೇಲಿಟ್ಟು ಸುತ್ತಲು ಬಿಟ್ಟರೆ, ಇಂಥ ಅನುಮಿತ ಚಲನೆಯನ್ನು ಪ್ರತ್ಯಕ್ಷವಾಗಿ ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

ಪಿಸ್ಟನ್ – ಇಂಜನುಳ್ಳ ವಿಮಾನವು ಇಂಥದೇ ಫ್ಯಾನನ್ನು ಹೋಲುತ್ತದೆ. ಪ್ರೊಪೆಲರುಗಳು ವೇಗವಾಗಿ ಸುತ್ತಲಾರಂಭಿಸಿದೊಡನೆ ವಿಮಾನವು ನೆಲದ ಮೇಲೆ ಚಲಿಸಲಾರಂಭಿಸುತ್ತದೆ. ಗಾಳಿಯ ವೇಗವು (ಪ್ರೊಪೆಲರುಗಳಿಂದ ತಳ್ಳಲ್ಪಟ್ಟ ಗಾಳಿ) ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ, ಬರ್ನಾಲಿ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿದ ಗಾಳಿಯ ಒತ್ತಡದ ಕೊರತೆಯು ರೆಕ್ಕೆಗಳ ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುತ್ತ ವಿಮಾನವು ಮುಂದೆ ಮುಂದೆ ಸಾಗುತ್ತಿದ್ದಂತೆಯೇ ಮೇಲಕ್ಕೆ ನಗೆಯುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ, ಕೆಳಗಿನ ಗಾಳಿಯ ಅಧಿಕ ಒತ್ತಡದಿಂದ ಇದು ಮೇಲೆ ತಳ್ಳಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಪ್ರೊಪಲರುಗಳು ತಿರುಗುವ ತನಕವೂ ವಿಮಾನ ಮುಂದೆ ಸಾಗುತ್ತಲೇ ಇರಬಲ್ಲುದು. ಇನ್ನು ಮೇಲೇರುವಿಕೆಯೋ, ಕೆಳಗಿಳಿಯುವಿಕೆಯನ್ನೋ ವಿಮಾನದ ರೆಕ್ಕೆಗಳು ಮತ್ತು ಹಿಂಭಾಗದಲ್ಲಿನ ಉದ್ವಾಹಕ ಇವು ನಿಯಂತ್ರಿಸುತ್ತವೆ.



ಚಿತ್ರ 35: ವಿಮಾನದ ಚಿತ್ರ.

ಬೇಸ್‌ಬಾಲ್ ಮತ್ತು ಕ್ರಿಕೆಟ್ ಆಟಗಳಲ್ಲಿ ಚೆಂಡನ್ನು ತಿರುಪುಗೊಟ್ಟು ಚೆಲ್ಲುವ ವಿಚಾರ ಕೇಳಿರುವಿರಷ್ಟೇ. ಇಂಥ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಚೆಂಡನ್ನು ಚೆಲ್ಲುವಾಗ ಒಂದು ಮಗ್ಗುಲಿಗೆ ತಿರುಪುಗೊಟ್ಟು ಬಿಟ್ಟರೆ,

ಇದು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಉರುಳುತ್ತಾ ಮುಂಬರಿವಾಗ, ಚೆಂಡಿನ ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಕಮ್ಮಿ ಒತ್ತಡವಿದ್ದರೆ ಕೆಳ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಒತ್ತಡವಿದ್ದು, ಇಲ್ಲವೆ ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಒತ್ತಡವಿದ್ದರೆ, ಕೆಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ಕಮ್ಮಿ ಒತ್ತಡವಿದ್ದು, ಈ ಒತ್ತಡಗಳಲ್ಲಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸದ ಕಾರಣದಿಂದ ಚೆಂಡು ವಕ್ರಮಾರ್ಗಾವಲಂಬಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಋಜುಮಾರ್ಗದಲ್ಲೇನೂ ಚಲಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಹೀಗೆ ಬರ್ನಾಲಿಯ ಪರಿಣಾಮವೇ ಇಲ್ಲಿಯೂ ಕಾರ್ಯಪರವಾಗಿದೆ.

ರೈಲುಬಂಡಿಯು ವೇಗವಾಗಿ ಸ್ಟೇಶನನ್ನು ತಲಪುವಾಗ, 'ಹಿಂದೆ ನಿಲ್ಲಿರಿ', 'ಜೋಕೆ!' ಎಂದು ಹೇಳುತ್ತಾರೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಸತ್ಯಾಂಶವಿದ್ದೇ ಇದೆ. ಕಾರಣ, ವೇಗವಾಗಿ ರೈಲು ಮುಂದೆ ಧಾವಿಸುವಾಗ ಗಾಳಿಯೂ ಧಾವಿಸುತ್ತ ನಿಮಗೂ ರೈಲಿಗೂ ನಡುವೆ ಕಮ್ಮಿ ಒತ್ತಡವೇರ್ಪಟ್ಟು ಹಿಂದಿನಿಂದ ಗಾಳಿಯು ಅಧಿಕ ಒತ್ತಡದ ಕಾರಣದಿಂದ, ನಿಮ್ಮನ್ನು ರೈಲಿನತ್ತ ತಳ್ಳುವ ಸಂಭವವಿದೆ, ಅಪಘಾತವಾಗುವ ಸಂಭವವೂ ಇದೆ, ಇಲ್ಲಿಯೂ ಬರ್ನಾಲಿಯ ಪರಿಣಾಮವೇ ನಮ್ಮ ಅನುಭವಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ.

ಭಾಗ ಆರು

ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಕಾರ್ಯ.....ಯಂತ್ರಗಳು

ಬಲ ಮತ್ತು ಕಾರ್ಯ (ಭೌತಕಾರ್ಯ)......ಕಾರ್ಯ ಮತು ಅವಧಿ......ಅಶ್ವಸಾಮರ್ಥ್ಯ(H P.)......ಶಕ್ತಿಯ ವಿವಿಧ ರೂಪಗಳು......ಶಕ್ತಿಯ ರೂಪಾಂತರ......ಸೌರಶಕ್ತಿ......ಶಕ್ತಿಯ ಅಳತೆ......ಘರ್ಷಣೆಯ ವಿಚಿತ್ರ ಸತ್ಯ......ಸುಲಭ ಯಂತ್ರಗಳು......ಪ್ರಥಮ ವರ್ಗದ ಸನ್ನೆ......ಸನ್ನೆಯ ನಿಯಮ......ಎರಡನೆ ವರ್ಗದ ಸನ್ನೆ......ಮೂರನೆ ವರ್ಗದ ಸನ್ನೆ......ಗಾಲಿ ಮತ್ತು ಅಕ್ಷ......ರಾಟೆಗಳು ಮತ್ತು ಇವುಗಳ ಉಪಯೋಗಗಳು......ಗಿಯರ್ (gear) ಗಾಲಿಗಳು......ಸ್ಕ್ರೂ, ತಿರುಗಣೆ......ಯಾಂತ್ರಿಕಲಾಭ......ಕೀಲು (wedge)

ಬಲ ಮತ್ತು ಭೌತಕಾರ್ಯ: ನಿತ್ಯಜೀವನದಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ, ಕಾರ್ಯವೆಂದರೆ ಅರ್ಥವೇ ಬೇರೆ; ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ—ಕಾರ್ಯವೆಂದರೆ ಅರ್ಥವೇ ಬೇರೆ. ಬಲದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲೇ, ಇಲ್ಲವೆ, ಭೌತ ಬಲಗಳಿಗಿದಿರಾಗಿ ಸ್ಥಾನಾಂತರಗೊಂಡ ವಸ್ತು ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತದೆ, ಇಲ್ಲವೆ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತದೆ. (ಇದರ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಬಲವು ಸ್ಥಾನಾಂತರ ಪಡೆದು ಒದಗಿದ ಕಾರ್ಯವು ಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಆ ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ಸಂಚಿತವಾಗುತ್ತದೆ). ಬಲವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಿ ಒಂದಷ್ಟು ತಡೆಯನ್ನು ಹಿಮ್ಮೆಟ್ಟಿಸಿದರೇನೇ ಭೌತಕಾರ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಉಪ್ಪರಿಗೆ ಮೆಟ್ಟಲುಗಳನ್ನು ನೀವು ಏರುವಾಗ ನಿಮ್ಮ ದೇಹದ ಭಾರವು ಕೆಳಮುಖವಾಗಿ ವರ್ತಿಸುವ ಬಲ. ಇದನ್ನು ವಿರೋಧಿಸಿಯೇ ನೀವು ಕಾರ್ಯಪ್ರವೃತ್ತರಾಗುವಿರಿ. ಯಾವುದಾದರೂ ವಸ್ತುವನ್ನು ಎತ್ತುವಾಗಲೂ ಹೀಗೆಯೇ. ನೆಲದ ಮೇಲೆ ವಸ್ತುವನ್ನು ಎಳೆಯುವಾಗಲೋ ನೆಲಕ್ಕೂ, ವಸ್ತುವಿಗೂ ನಡುವಣ ಘರ್ಷಣೆಯನ್ನೆದುರಿಸಿ ನೀವು ಕಾರ್ಯಮಾಡುವಿರಿ. ಪ್ರಯೋಗಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಬಲ x ಬಲಪ್ರಯೋಗದ ಬಿಂದು ಪಡೆವ ಬಲದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿನ ಸ್ಥಳಾಂತರ = ಭೌತಕಾರ್ಯ.

ಹೀಗೆ ಭೌತಕಾರ್ಯವೆಂಬುದರಿಂದ ಚಲನೆಯು ಅತ್ಯವಶ್ಯವೆನ್ನುವ ಅರ್ಥ ಸರಿಯಾದುದೇ. ಭಾರದ ವಸ್ತು ಇದ್ದಲ್ಲೇ ಇದ್ದಾಗ ಎಂಥ ಕಾರ್ಯವೂ ವಿನಿಮಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಇದು ತುಸುವೇ ಚಲಿಸಿದರೂ ಭೌತಕಾರ್ಯವು ವಿನಿಮಯವಾಗುವುದು.

ಭೌತಕಾರ್ಯವನ್ನು ಅಳೆಯುವ ಮಾನ ಫುಟ್‌ಪೌಂಡು (foot pound). ಒಂದು ಪೌಂಡು ಭಾರವು 1 ಅಡಿ (ಬಲದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲೇ) ಸ್ಥಳಾಂತರಗೊಂಡರೆ ಒದಗುವ ಭೌತಕಾರ್ಯವು 1 ಫುಟ್‌ಪೌಂಡ್. ನಿಮ್ಮ ಭಾರ 160 ರಾತ್ಲು ಇದ್ದು ನೀವು 1 ಅಡಿ ಮೇಲೇರಿದರೆ ನೀವೆಸಗುವ ಭೌತಕಾರ್ಯವು 160 ಫುಟ್‌ಪೌಂಡ್, 100 ಅಡಿ ಮೇಲೇರಿದಾಗ ಎಸಗುವ ಕಾರ್ಯವು 16,000 ಫುಟ್‌ಪೌಂಡ್. ಹಾಗೆಂದು ಕ್ಷಿತಿಜದ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಸಮಾನಾಂತರವಾದ ನೆಲದಲ್ಲಿ ನಡೆದಾಗ ನೀವೆಸಗುವ ಕಾರ್ಯವೋ ಅತ್ಯಲ್ಪ. ಅಲ್ಲಿ ನೀವೇನೂ ನಿಮ್ಮ ಭಾರವನ್ನು ಇದಿರಿಸುತ್ತಲಿಲ್ಲ, ಬದಲು ಘರ್ಷಣೆಯನ್ನು ಮಾತ್ರ ಪ್ರತಿಭಟಿಸುತ್ತಾ ಅತ್ಯಲ್ಪ ಪರಿಮಾಣದ ಕಾರ್ಯವನ್ನೆಸಗುತ್ತಲಿರುವಿರಿ.

100 ಪೌಂಡು ಭಾರದ ವಸ್ತುವನ್ನು ನೆಲದ ಮೇಲೆಳೆಯಲು 25 ಪೌಂಡು ಭಾರ ಬಲವನ್ನು ನೀವು ಪ್ರಯೋಗಿಸುತ್ತಲಿದ್ದರೆ ನೀವೆಸಗುವ ಕಾರ್ಯವು (25 x ದೂರ) ಪೌಂಡು ಭಾರ. 100 ಅಡಿ ನೆಲದಲ್ಲಿ ಇದನ್ನೆಳೆದಾಗಿನ ಭೌತಕಾರ್ಯವು 25 x 100 ಪೌಂಡುಭಾರವೇ ವಿನಾ, 100 x 100ಫುಟ್ ಪೌಂಡ್‌ಗಳಲ್ಲ. ಹಿಂದೆ ಹೇಳಿದಂತೆ ಭೂಮಿಯಿಂದ 100 ಅಡಿ ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ಇದನ್ನೆತ್ತಿದರೆ ನೀವೆಸಗುವ ಕಾರ್ಯ 100 x 100 ಫುಟ್‌ಪೌಂಡ್. 10 ಟನ್‌ಗಳ ವಾಹನವು 500 ಅಡಿ ದೂರ ಚಲಿಸುವಷ್ಟರಲ್ಲಿ

ವಿನಿಮಯವಾಗುವ ಭೌತಕಾರ್ಯವಾದರೋ 1 ಟನ್ ವಾಹನವು (ಅದೇ ನೆಲ ಮತ್ತು ಅಷ್ಟೇ ಘರ್ಷಣದ ಬಲವು ಇಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆಂದರ್ಥ). 5000 ಅಡಿ ದೂರ ಚಲಿಸುವಷ್ಟರಲ್ಲಿ ವಿನಿಮಯವಾಗುವ ಭೌತಕಾರ್ಯಕ್ಕೆ ಸಮ. ಅಂದರೇನು? ಒಂದಷ್ಟು (ನಿಶ್ಚಿತ ಪ್ರಮಾಣದ) ಭೌತಕಾರ್ಯವೆಸಗುವಲ್ಲಿ, ಬಲವು ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಮಾಣದ್ದೆನಿಸಿದರೆ, ಸ್ಥಳಾಂತರವು ಕಮ್ಮಿ; ಬಲವು ಕಮ್ಮಿ ಪ್ರಮಾಣದ್ದೆನಿಸಿದರೆ, ಸ್ಥಳಾಂತರವು ಹೆಚ್ಚು ಎಂದರ್ಥ.

ಭೌತಕಾರ್ಯ ಮತ್ತು ಸಮಯ: ಭೌತಕಾರ್ಯವನ್ನೆಸಗುವ ವೇಗವೇ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ (Power) ಇಂಥ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಮಾನವೇ ಅಶ್ವಸಾಮರ್ಥ್ಯ (Horse Power). ಇದು ಹೇಗೆ ಬಳಕೆಗೆ ಬಂದಿತು? ಎಂದು ನೀವು ಆಶ್ಚರ್ಯಪಡಬಹುದು. ಹದಿನೆಂಟನೆ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ವ್ಯಾಟನು ಸ್ಟೀಮ್ ಇಂಜಿನ್‌ಗಳನ್ನು ಮಾರುತ್ತಲಿದ್ದನು. ಇವು ಎಂಥ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಯನ್ನೊದಗಿಸುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಅಷ್ಟರ ತನಕ ಭೌತಕಾರ್ಯವೆಸಗುತ್ತಲಿದ್ದ ಕುದುರೆಗಳೆಸಗುತ್ತಲಿದ್ದ ಕಾರ್ಯವೇಗದೊಡನೆಯೇ ಹೋಲಿಸಬೇಕಿತ್ತು. ಹೀಗೆ ಸಾಮಾನ್ಯ ಅಶ್ವವೊಂದು ಎಸಗುವ ಕಾರ್ಯವೇಗವೇ ಅಶ್ವಸಾಮರ್ಥ್ಯವೆನಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಅಶ್ವಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಬೆಲೆಯೋ ಕ್ಷಣ 1ರ (per second) 550 ಫುಟ್‌ಪೌಂಡ್‌ಗಳಿಗೆ ಸಮ.

200 (H. P.) ಅಶ್ವಸಾಮರ್ಥ್ಯವುಳ್ಳ ಇಂಜಿನು ಎಂದರೆ, ಇದು ಸೆಕುಂಡಿಗೆ 200 x 550 ಫುಟ್‌ಪೌಂಡ್ ಕಾರ್ಯವನ್ನೆಸಗುತ್ತಲೇ ಇರುತ್ತದೆ ಎಂದರ್ಥ. ಇದು ಪ್ರತಿ ಸೆಕುಂಡಿಗೂ 110,000 ಫುಟ್‌ಪೌಂಡ್‌ಗಳಂತೆ ಭೌತಕಾರ್ಯವನ್ನು ಮಾಡುತ್ತಲೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಮತ್ತೂ ವಿವರವು ಅವಶ್ಯಕವಿದ್ದರೆ, ಇದು 1000 ಪೌಂಡು ಭಾರದ ಬಲವನ್ನು ಇದಿರಿಸಿ, ಅದನ್ನು ಪ್ರತಿ ಸೆಕುಂಡಿಗೂ 110 ಅಡಿ ತನ್ನ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲೇ ತಳ್ಳಬಹುದು; ಅಥವಾ 10,000 ಪೌಂಡು ಭಾರದ ಬಲವನ್ನು ಸೆಕುಂಡು 1ರ 11 ಅಡಿ ದೂರ ಸ್ಥಳಾಂತರಿಸಬಹುದು. 40 H. P. ಯ ಕಾರು ರಸ್ತೆ ಮತ್ತು ಗಾಲಿಗಳ ನಡುವಣ 1000 ಪೌಂಡು ಭಾರದ ಬಲವನ್ನೆದುರಿಸಿ ಅದನ್ನು ಗಂಟೆಗೆ 15 ಮೈಲು ವೇಗದಲ್ಲಿ ಓಡಿಸಬಹುದು.

ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಇನ್ನೊಂದು ಮಾನವೂ ಇದೆ. ಇದೇ ಕಿಲೋವ್ಯಾಟ್. ಇದನ್ನು ಮುಂದೆ ಪರಿಶೀಲಿಸುವಿರಂತೆ.

ಶಕ್ತಿ: ಭೌತಕಾರ್ಯವು ಜರಗಿದಾಗ ಶಕ್ತಿಯು ಸಂಚಿತವಾಗುವುದು. ಈ ಶಕ್ತಿಯೇ ಭೌತಕಾರ್ಯವನ್ನೆಸಗುವುದೂ ಇದೆ–ಅಥವಾ, ಭೌತಕಾರ್ಯದ ನಿರ್ವಹಣಕ್ಕೆ ಭೌತಶಕ್ತಿಯು ಅತ್ಯವಶ್ಯ. ಶಕ್ತಿಯು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಎರಡು ರೂಪಗಳಲ್ಲಿದೆ: ಸ್ಥಾನಶಕ್ತಿ (Potential energy) ಮತ್ತು ಚಲನಶಕ್ತಿ (Kinetic energy). ಸ್ಥಾನಶಕ್ತಿಯು ನಿಜಕ್ಕಾದರೂ ವಸ್ತುವಿನ ಸ್ಥಾನ ಇಲ್ಲವೆ ಸ್ಥಿತಿಗನುಗುಣವಾಗಿ ಅದರಲ್ಲಿ ಶೇಖರವಾದ ಶಕ್ತಿ. ವಸ್ತುವನ್ನು ಭೂತಲದಿಂದ ಮೇಲಕ್ಕೆತ್ತಿರಿ. ಅದರಲ್ಲಿ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಗೆ ವಿರುದ್ಧವಾದ ಸ್ಥಾನಾಂತರವೊದಗಿ, ಒಂದಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯು ಸಂಚಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ಗಡಿಯಾರದ ಸ್ಪ್ರಿಂಗನ್ನು ಸುರುಳಿ ಸುತ್ತಿದಾಗ ಆ ಸ್ಪ್ರಿಂಗಿನ ಎಳೆಗಳು ಹತ್ತಿರ ಬರುತ್ತವೆ, ಅದರಲ್ಲಿ ಒಂದಷ್ಟು ಶಕ್ತಿ ಸಂಚಿತವಾಗುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ, ನೀವು ಕೀಯನ್ನು ಮುಂದೂಡುವಾಗಿನ ಚಲನಶಕ್ತಿಯೇ ಸ್ಪ್ರಿಂಗಿನಲ್ಲಿ ಸ್ಥಿತಿ, ಇಲ್ಲವೆ ಸ್ಥಾನಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸುತ್ತದೆ. ಕಟ್ಟಡಗಳಲ್ಲಿನ ಉದ್ವಾಹಕವು ನಿಮ್ಮನ್ನು ಮೇಲಕ್ಕೆತ್ತುತ್ತದೆಯಷ್ಟೆ. ಆಗ ನಿಮ್ಮ ಹಾಗೂ ಅದರ ಸ್ಥಾನಶಕ್ತಿಗಳು ಹೆಚ್ಚುತ್ತವೆ. ಮೇಲಿನ ಉಪ್ಪರಿಗೆಯನ್ನು ನೀವು ಸೇರಿದಾಗ–ಉದ್ವಾಹಕವನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಉಪ್ಪರಿಗೆಗೆ ಹೋಗುವಿರಷ್ಟೇ. ಆಗ ನಿಮಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಸ್ಥಾನಶಕ್ತಿಯು ನಿಮ್ಮಲ್ಲೇ ಸಂಚಿತವಾಗುತ್ತದೆ.

ಚಲನಶಕ್ತಿಯು ಹೆಸರಿಗೆ ತಕ್ಕಂತೆ, ವಸ್ತುವಿನ ಚಲನೆಯಿಂದೊದಗುವ ಶಕ್ತಿ. ಸ್ಪ್ರಿಂಗನ್ನು ಅದುಮಿದೊಡನೆ, ಇದು ತನ್ನ ಎಳೆಗಳನ್ನು ದೂರ ದೂರ ಸರಿಯಿಸಲಾರಂಭಿಸುತ್ತದೆ. ಎಳೆಗಳು ಚಲನೆಯನ್ನು ತೋರುತ್ತವೆ. ಇದೇ ಸ್ಥಾನಶಕ್ತಿಯು ತಾನು ಚಲನಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಮಾರ್ಪಾಡಾಗುವ ಸನ್ನಿವೇಶ.

ಅಂತೂ ಒಂದು ವಸ್ತು ಮತ್ತೊಂದರ ಮೇಲೆ ತಕ್ಕಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ದಾಟಿಸಿದಾಗ, ಹಾಯಿಸಿದಾಗ, (transfer) ಒಂದಷ್ಟು ಭೌತಕಾರ್ಯವು ಪ್ರವೃತ್ತವಾಗುತ್ತದೆ; ಈ ಕಾರ್ಯಕ್ಕೆ ಸಮನಾದ ಶಕ್ತಿಯು ಎರಡನೆಯ ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ಸಂಚಯಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ, ಶಕ್ತಿಯು ಈ ಎರಡು ರೂಪಗಳಲ್ಲಿರಬಹುದಾದ ನಿಮಿತ್ತ ಒಂದು ರೂಪದಲ್ಲಿ ಅದೃಶ್ಯವಾದರೆ, ಮತ್ತೊಂದು ರೂಪದಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾಗಬಹುದು. ಸ್ಥಾನಶಕ್ತಿಯು ಅದೃಶ್ಯವಾಗಿ ಚಲನಶಕ್ತಿಯ ರೂಪ ತಾಳಬಹುದು; ಇಲ್ಲವೆ, ಚಲನಶಕ್ತಿಯು ಸ್ಥಾನಶಕ್ತಿಯಾಗಿಯೂ ರೂಪುಗೊಳ್ಳಬಹುದು.

ಮುಂದಿನ ಅಧ್ಯಾಯಗಳಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣವೂ ಒಂದು ರೂಪದ ಶಕ್ತಿವಿಶೇಷವೆಂದು ಪರಿಶೀಲಿಸಲಿದ್ದೇವೆ. ಉಷ್ಣವು ಯಾಂತ್ರಿಕಶಕ್ತಿಯನ್ನೊದಗಿಸುತ್ತದೆ, ಹಾಗೆಯೇ ಯಾಂತ್ರಿಕಶಕ್ತಿಯೂ ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯನ್ನೊದಗಿಸುವುದು. ಇದು ಕೂಡ ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಯ ರೂಪಾಂತರದ ಒಂದು ಸನ್ನಿವೇಶ, ಮತ್ತು ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿಯ ನಿತ್ಯತ್ವದ ನಿಯಮವಾಗಿದೆ. ಶಕ್ತಿಯ ವಿವಿಧ ರೂಪಾಂತರಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸುವಿರಾ? ಉಷ್ಣದಿಂದ ನೀರು ಉಗಿಯಾಗುತ್ತದೆ, ಉಗಿಯ ಚಲನ ಮತ್ತು ಪ್ರಚ್ಛನ್ನಶಕ್ತಿಗಳ ದೆಸೆಯಿಂದ ಟ್ರೈನು ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಇನ್ನು ಬ್ರೇಕುಗಳನ್ನು ಹಿಡಿದಾಗ, ಟ್ರೈನಿನ ಗತಿ ನಿರೋಧಿಸಲ್ಪಟ್ಟಾಗ, ಇಂಥ ನಿರೋಧದ ಬಲಕ್ಕಿದಿರಾಗಿ ವಿನಿಮಯಶಕ್ತಿಯೇ ಉಷ್ಣರೂಪವನ್ನು ತಾಳುತ್ತದೆ, ಗಾಲಿ ಮತ್ತು ಬ್ರೇಕುಗಳಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣದ ಕಾರಣ ಕಾವೇರುತ್ತದೆ.

ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಂತೂ ಶಕ್ತಿಯು ಸದಾ ರೂಪಾಂತರಹೊಂದುತ್ತಲೇ ಇರುತ್ತದೆ, ಸ್ಥಾನಶಕ್ತಿಯು ಚಲನಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸುವುದಿದೆ, ಚಲನಶಕ್ತಿಯು ಸ್ಥಾನಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡುವುದೂ ಇದೆ. ಚೆಂಡನ್ನು ಮೇಲಕ್ಕೆಸೆಯಿರಿ. ಇದರ ಚಲನಶಕ್ತಿಯು ಕ್ರಮಶಃ ಕುಂದುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ, ಸ್ಥಾನಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಚೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾಗುತ್ತದೆ. ಅತ್ಯಂತ ಎತ್ತರದ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲ ಶಕ್ತಿಯೂ ಸ್ಥಾನಶಕ್ತಿಯೇ, ಆಗ ಚಲನಶಕ್ತಿಯು ಶೂನ್ಯವೇ. ಮತ್ತೆ ಪುನಃ ಚೆಂಡು ಕೆಳಗೆ ಬೀಳುತ್ತದೆ, ಬೀಳುತ್ತ ತನ್ನ ಸ್ಥಾನಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡಷ್ಟೇ ಚಲನಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತ ನೆಲವನ್ನು ಮುಟ್ಟಿದಾಗ ಎಲ್ಲ ಶಕ್ತಿಯೂ ಚಲನಶಕ್ತಿಯೇ; ಸ್ಥಾನಶಕ್ತಿಯು ಆಗ ಶೂನ್ಯ.

ಹೀಗೆ ಶಕ್ತಿಯು ರೂಪಾಂತರ ಹೊಂದುತ್ತದೆಯೇ ವಿನಾ ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿಯು ಸ್ಥಿರವಾಗಿದೆ, ಇದರ ಮೊತ್ತವು ನಿತ್ಯವೇ. ಇಡೀ ವಿಶ್ವದ ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿ (ಚೈತನ್ಯವೆಂದರೂ ಸರಿಯೆ)ಯು ನಿತ್ಯವಾದುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಕ್ಷಯವಿಲ್ಲ, ಎಂಥ ಅಳಿವಿನ ಬಾಧೆಯೂ ಇಲ್ಲ. ಇದೇ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಮುಖ್ಯ ನಿಯಮಗಳಲ್ಲೊಂದು. ಇದನ್ನು ಶಕ್ತಿಯ ನಿತ್ಯತ್ವ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಇದನ್ನು ಈ ಕೆಳಗಿನಂತೆ ನಿರ್ವಚಿಸಬಹುದು. "ಶಕ್ತಿಯ ಸೃಷ್ಟಿಯೂ ಅಳಿವೂ ಎರಡೂ ಅಸಾಧ್ಯವೇ ಸರಿ. ಹೆಚ್ಚೆಂದರೆ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ವಿವಿಧ ರೂಪಗಳಿಗೆ ರೂಪಾಂತರಗೊಳಿಸಬಹುದು, ಅಷ್ಟೆ." ಯಂತ್ರಗಳಿಂದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯುವೆವಷ್ಟೆ! ಇದು ಏನು, ಹೇಗೆ? ನಾವು ಯಂತ್ರಕ್ಕೆ ಉಣಿಸಿದ, ಒದಗಿಸಿದ ಶಕ್ತಿಯೇ ಇನ್ನೊಂದು ಇಚ್ಛಿತ ರೂಪದಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ಒದಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ಯಾವೊಂದು ಯಂತ್ರವೂ ಅನವರತವೂ (perpetual) ಶಕ್ತಿಯನ್ನೊದಗಿಸದು; ಅಂಥ ಅನವರತ, ಅನಂತ ಚಲನೆಯು ಅಬದ್ಧ ಪ್ರಲಾಪವೇ ವಿನಾ, ಇನ್ನೇನೂ ಅಲ್ಲ. ಹಾಗೆಯೇ, ಏನೂ ಇಲ್ಲದೆ, ನಾವು ಒಂದಿಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯನ್ನೂ ಪಡೆಯಲಾರೆವು. ಆದರೆ, ಹೆಚ್ಚಿನ ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಒಂದಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯು ನಷ್ಟವಾಗುತ್ತಲೇ ಇರುತ್ತದೆ, ಕಾರಣ, ಘರ್ಷಣೆಯನ್ನೆದುರಿಸಿದ ಶಕ್ತಿಯು ಉಷ್ಣರೂಪದಲ್ಲಿ ನಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ. ನಮ್ಮ ಉಪಯೋಗಕ್ಕೇನೂ ಸಿಗುವುದಿಲ್ಲ.

ಸೌರಶಕ್ತಿ ನಮ್ಮ ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿನ ಎಲ್ಲ ಸಜೀವ, ನಿರ್ಜೀವಶಕ್ತಿಗೂ ಸೂರ್ಯನೇ ಮೂಲ. ಸೂರ್ಯನೆಂಬ ಅದ್ಭುತ ಪರಮಾಣವಿಕ ಕುಲುಮೆಯಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುತ್ತಲಿರುವ ಶಕ್ತಿಯು ವಿವಿಧ

ರೂಪಗಳಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಲೂ ವ್ಯಕ್ತವಾಗುತ್ತಲಿವೆ. ಇದು ಹೇಗೆ? ನಿಮಗೆ ಬರುವ ಶಕ್ತಿಯಾದರೋ ಎಲ್ಲಿಂದ? ಆಹಾರದಿಂದಲಷ್ಟೇ! ಆಹಾರದ ಧಾನ್ಯ, ಹಣ್ಣುಹಂಪಲು, ತರಕಾರಿ, ಹಾಲು, ಬೆಣ್ಣೆ, ಮಾಂಸ ಇವೆಲ್ಲವೂ ಮೂಲತಃ ಸೂರ್ಯನಿಂದಲೇ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆದು, ತಮ್ಮಲ್ಲಿ ಈ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಸಂಚಯಗೊಳಿಸಿದುವುಗಳು. ಸಸ್ಯವರ್ಗದ ಸಮಸ್ತವೂ ನೇರಾಗಿ ಸೂರ್ಯನ ಬಿಸಿಲು ಮತ್ತು ಬೆಳಕುಗಳಿಂದ ಆಹಾರವನ್ನು ಸಂಪಾದಿಸಿ, ಇವನ್ನು ಉಳಿಸಿ ಶೇಖರಿಸುತ್ತವೆ. ಸಸ್ಯವರ್ಗವನ್ನೇ ಆಹಾರಕ್ಕಾಗಿ ಆಧರಿಸಿದ ಪ್ರಾಣಿವರ್ಗದ ಮಾಂಸವೂ ಹೀಗೆಯೇ ಸಸ್ಯಪ್ರಪಂಚವನ್ನು ಮತ್ತು ಆಮೂಲಕ ಸೂರ್ಯನನ್ನೇ ಆಧರಿಸಿದುವುಗಳು. ಹೀಗೆ ಪಿಷ್ಟ, ಸಸಾರಜನಕ (ಪ್ರೊಟೀನ್) ಮತ್ತು ಮೇದಸ್ಸುಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ನಾವು ಪಡೆಯುವ ಆಹಾರವೆಲ್ಲವೂ ಸೂರ್ಯನಿಂದಲೇ ಬಂದುದು.

ನಮ್ಮ ವಿವಿಧ ಯಂತ್ರಶಾಲೆಗಳಲ್ಲಿ, ಕಾರಖಾನೆಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯುಕ್ತವಾಗುತ್ತಲಿರುವ ಶಕ್ತಿಯೂ, ನಮ್ಮ, ನಮ್ಮ ಮನೆಗಳಲ್ಲಿ ನಾವು ಉರಿಸುತ್ತಲಿರುವ ಬೆಳಕಿನ ಶಕ್ತಿಯು ಕೂಡ ಸೂರ್ಯನಿಂದಲೇ ಬಂದುದು. ಮರವನ್ನು ಉರಿಸುತ್ತೇವೆ, ಇದರಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಯು ಸೂರ್ಯನಿಂದಲೇ ಬಂದುದು. ಇದ್ದಲು ಮತ್ತು ಎಣ್ಣೆಯಲ್ಲಿ ಅಡಕವಾಗಿರುವ ಶಕ್ತಿಯೂ ಮೊತ್ತಮೊದಲು ಸೂರ್ಯನಿಂದಲೇ ಬಂದು ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ರಾಸಾಯನಿಕ ರೂಪದ ಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಅಡಕವಾಗಿದೆ.

ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯಾದರೋ ಇಂದು ಜಲಪಾತಗಳಿಂದ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುತ್ತಲಿದೆಯಷ್ಟೆ. ನೀರಿನ ಉಗಮವೋ ಮಳೆಯಿಂದ; ಮಳೆಯ ನೀರು ಸಾಗರಗಳಿಂದ ಎಂದರೂ, ಇದು ಆವಿಯಾಗಿ ಮೋಡಗಳ ರಚನೆಗೆ ಮುಂದೆ ಮೋಡಗಳ ಸಾಗಣೆಗೆ, ಅವಶ್ಯವಿರುವ ವಾಣಿಜ್ಯವಾತಗಳ ಓಡಾಟಕ್ಕೆಲ್ಲಾ ಸೂರ್ಯನ ಕಾವು ಅತ್ಯವಶ್ಯವೇ. ಸೂರ್ಯನ ಕಾವೇ ರೂಪಾಂತರ ಹೊಂದುತ್ತ, ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಚ್ಛನ್ನವಾಗಿದೆ.

ನಿಯಾಗಾರಾ (Niagara) ಜಲಪಾತದಲ್ಲಿನ ಶಕ್ತಿಯು ಉಗಮವನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸೋಣ. ಸೂರ್ಯನ ಅಪಾರ ಕಾವಿನಿಂದ ಸಾಗರಗಳಲ್ಲಿನ ಮತ್ತು ಗ್ರೇಟ್‌ಲೇಕ್ಸ್ ಸರೋವರಗಳ ನೀರು ಆವಿಯಾಗಿ ಮೇಲಕ್ಕೇರುತ್ತದೆ. ಆ ಆವಿ ಮುಂದೆ ಹನಿಯುತ್ತ ಮೋಡಗಳಾಗಿ ದಟ್ಟಣಿಸಿ, ಅನಂತರ ಮೋಡಗಳಿಂದ ಮಳೆ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಈ ಮಳೆಯೇ ಆ ಸರೋವರಗಳನ್ನು ತುಂಬುತ್ತ ನದಿಗಳಲ್ಲಿ ತುಂಬಿ ಹರಿಯುತ್ತ ನಿಯಾಗಾರದಲ್ಲಿ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಧುಮುಕುತ್ತದೆ. ಕೆಳಕ್ಕೆ ಧುಮುಕುವ ಮುಂಚೆ ಇದ್ದ ಅಪಾರ ಸ್ಥಾನಶಕ್ತಿಯೂ ನದಿಯು ಕೆಳಗೆ ದುಮುಕುವಾಗ ಚಲನಶಕ್ತಿಯಾಗಿಯೇ ಮಾರ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಈ ಶಕ್ತಿಯಾದರೋ ಟರ್ಬೈನುಗಳನ್ನು ತಿರುಗಿಸುತ್ತದೆ. ಆಗಲೋ ಹೊಳೆಯ ನೀರಿನ ಚಲನಶಕ್ತಿ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಚಲನಶಕ್ತಿಯಾಗಿಯೂ ಮಾರ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಈ ಚಲನೆಯನ್ನು ತಕ್ಕಂತೆ ಒದಗಿಸಿಕೊಂಡು ದೊಡ್ಡ ಪ್ರಬಲ ಆಯಸ್ಕಾಂತಗಳ ನಡುವೆ ವಾಹಕಸುರುಳಿಯನ್ನು ತಿರುಗಿಸಿ, ಸೂಕ್ತ ಕ್ರಮದಂತೆ (ಇದನ್ನು ಮುಂದೆ ಪರಿಶೀಲಿಸುವಿರಿ) ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯೇ ಅಲ್ಲಿಂದ ಸರಿಗೆಗಳ–ವಾಹಕಗಳ ಮೂಲಕ ದೂರ ದೂರಕ್ಕೆ ಹರಿದು ಕಾರಖಾನೆಗಳಲ್ಲಿ, ಕರ್ಮಶಾಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಪುನಃ ಯಾಂತ್ರಿಕಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ, ಇಲ್ಲವೆ ಟ್ರಾಮ್‌ಗಳನ್ನೋಡಿಸುತ್ತದೆ, ದೀಪಗಳನ್ನು ಬೆಳಗುತ್ತದೆ, ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯಾಗಿಯೂ ಮಾರ್ಪಟ್ಟು ಮನುಷ್ಯನ ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ವಿದ್ಯುತ್ ದೀಪದ ಬೆಳಕು, ಹೀಟರಿನ ಕಾವು, ಮೋಟರಿನ ಓಡಾಟದ ಶಕ್ತಿ, ಟ್ರೈನುಗಳ ಚಲನೆಯ ಶಕ್ತಿ ಇವೆಲ್ಲವೂ ಮೂಲತಃ ಸೌರಶಕ್ತಿಯೇ.

ಶಕ್ತಿಯ ಎಣಿಕೆ-ಅಳತೆ, ಅಳತೆಯ ಮಾನಗಳು ಚಲನಶಕ್ತಿಯ ಅಳತೆಯ ಮಾನವಾವುದು? ಇದನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕಬಹುದು.

ಬಲ, $f = ma$ (ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ $\times$ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ)

ಭೌತಕಾರ್ಯ $= f \times d$; ($d =$ ದೂರ)

$= mad$

ಆದರೆ, $d = \frac{1}{2}at^2$ (a = ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ, t = ಅವಧಿ)

ಭೌತಕಾರ್ಯ ಇಲ್ಲವೆ, ಶಕ್ತಿ $= \frac{1}{2}ma.\ at^2$

$$= \frac{1}{2}ma^2t^2$$

$$= \frac{1}{2}m\ (at)^2 \quad \therefore\ v = at$$

ಆದುದರಿಂದ, ಚಲನಶಕ್ತಿ $= \frac{1}{2}mv^2$ ಅಥವಾ,

ಚಲನಶಕ್ತಿ $\frac{1}{2}$ × ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ × (ವಸ್ತುವಿನ ವೇಗ)^2 ಎಂಬ ಈ ಸೂತ್ರವು ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಹಾಗೂ ವೇಗಗಳ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

4 ಔನ್ಸ್ ಭಾರವಿರುವ ಚಿಕ್ಕ ಸೀಸದ ಗುಂಡು ಸೆಕುಂಡು 1ರ 2000 ಅಡಿ ವೇಗದಿಂದ ಧಾವಿಸುತ್ತಲಿದ್ದರೆ, ಇದರ ಚಲನಶಕ್ತಿಯು $\frac{1}{2} \times \frac{1}{4}$ $(2000)^2$ ಫುಟ್‌ಪೌಂಡಲ್‌ಗಳಷ್ಟು. ಇಲ್ಲವೆ ಈ ಹಿಂದೆ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿದ ಮಾನಗಳಲ್ಲಿ $\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} \times (2000)^2 \div 32$ ಫುಟ್‌ಪೌಂಡುಗಳಷ್ಟು. ಇದೇನೂ ಅಲ್ಪ ಪರಿಮಾಣದಲ್ಲ. ಸುಮಾರು 5 ಟನ್ ಭಾರದ ಟ್ರಕ್ಕೊಂದು (10,000 ರಾತ್ಲು ತೂಕವುಳ್ಳ ಟ್ರಕ್) ಸೆಕುಂಡಿಗೆ 10 ಅಡಿ ವೇಗದಿಂದ ಸಾಗುವ ವೇಳೆ ಅದರ ಚಲನಶಕ್ತಿಗೆ ಸಮ. ಅಲ್ಲದೆ, ವಸ್ತುವಿನ ಚಲನಶಕ್ತಿಯು ವೇಗದ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ಅನುಪಾತದಲ್ಲಿರುವ ಕಾರಣ, ವೇಗದಿಂದೋಡುವ ವಾಹನವೊಂದನ್ನು ಎಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿ ಬ್ರೇಕು ಹಾಕಿ ನಿಲ್ಲಿಸಬಲ್ಲಿರಿ? ಎಂದೆಣಿಸುವುದೂ ಸುಲಭವೇ. ಬ್ರೇಕುಗಳಿಂದ ತಡೆಹಿಡಿಯಲ್ಪಟ್ಟು ವಾಹನ ನಿಲ್ಲುವ ದೂರವಾದರೋ ವೇಗದ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ಅನುಪಾತಿಕವಾಗಿದೆ, ಗಂಟೆ ಒಂದರ 20 ಮೈಲಿ ವೇಗದಲ್ಲೋಡುವ ಕಾರನ್ನು 30 ಅಡಿ ದೂರದಲ್ಲಿ ಬ್ರೇಕು ಹಾಕಿ ನಿಲ್ಲಿಸಬಲ್ಲಿರಾದರೆ, ಅದೇ ಕಾರು ಗಂಟೆಗೆ 40 ಮೈಲಿ ವೇಗದಿಂದ ಸಾಗುವಾಗ ಬ್ರೇಕುಗಳು ಅದನ್ನು 30×4 ಅಡಿ $= 120$ ಅಡಿ ದೂರದಲ್ಲಷ್ಟೇ ನಿಲ್ಲಿಸಬಲ್ಲುವು. ಗಂಟೆ ಒಂದರ 60 ಮೈಲಿ ವೇಗದಿಂದೋಡುತ್ತಲಿದ್ದರೆ, ಇದು 270 ಅಡಿ ದೂರದಲ್ಲಷ್ಟೇ ನಿಲ್ಲಬಹುದು. ಹೀಗೆ ವೇಗವು ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ನಿಲ್ಲಿಸಬಲ್ಲ ದೂರವು ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ, ಫಕ್ಕನೆ ನಿಲ್ಲಿಸುವುದೂ ಕಷ್ಟಕರವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಅಧಿಕ ಜನ, ವಾಹನಗಳಿರುವ ಬೀದಿಗಳಲ್ಲಿ ವಾಹನಗಳನ್ನು ಬಹಳ ವೇಗವಾಗಿ ಓಡಿಸಬಾರದು.

ಘರ್ಷಣೆಯ ವಿಚಿತ್ರ ಸತ್ಯ: ವಸ್ತುವೊಂದು ನೆಲದ ಮೇಲೆ ಚಲಿಸುವಾಗ ಅದರ ಗತಿಯ ದಿಕ್ಕಿಗೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ ಘರ್ಷಣೆಯು ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ, ವರ್ತಿಸುತ್ತ ವೇಗವನ್ನು ಕಡಿಮೆಮಾಡುತ್ತದೆ. ವಸ್ತು ತನ್ನ ಪಥದಲ್ಲಿ ಮುಂದಕ್ಕೋಡುತ್ತಲಿದ್ದಂತೆ, ಘರ್ಷಣೆಯು ಹಿಂದಕ್ಕೂ, ವಸ್ತು ಹಿಂದೆ ಚಲಿಸುತ್ತಲಿದ್ದರೆ ಘರ್ಷಣೆಯು ಮುಂದಕ್ಕೂ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಇದು ಚಲನೆಯನ್ನು ಸರ್ವದಾ ಪ್ರತಿಭಟಿಸತಕ್ಕ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಬಲವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಯಾವಾಗಲೂ ಅಪಕಾರವೇ ವಿನಾ ಉಪಕಾರವಿಲ್ಲ ಎಂಬ ಭಾವನೆಯೂ ಅನೇಕರಲ್ಲಿದೆ. ಇದು ಸರಿಯಲ್ಲ. ಘರ್ಷಣೆಯಿಂದ ಬಹಳ ಉಪಕಾರವೂ ಇದೆ: ನಾವು ನಡೆಯಲು ಘರ್ಷಣೆಯೇ ಅನುಕೂಲವನ್ನೊದಗಿಸುವುದು. ಘರ್ಷಣೆ ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ನಡೆಯಲಾರಂಭಿಸಿದೊಡನೆ ನಾವು ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಜಾರುತ್ತಲೇ ಮುಂದರಿಯುವ ಪ್ರಸಂಗವಿತ್ತು. ಇದನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಿ, ನಿಮ್ಮ ನಡೆಯನ್ನು ಹಿತವನ್ನಾಗಿಸುವ ಬಲವೇ ಘರ್ಷಣೆ. ಮಂಜುಗಡ್ಡೆ ಬಿದ್ದಿರುವ ನೆಲದಲ್ಲಿ ನೀವು ಜಾರದೆ, ಮುಗ್ಗರಿಸದೆ, ನೆಟ್ಟಗೆ ನಡೆಯುವುದು ಕಷ್ಟವೇ. ಇದು ಮೇಲಿನ ಮಾತನ್ನು ಅನುಮೋದಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆಯೇ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಚಲಿಸುವಲ್ಲಿ ವಾಹನಗಳಿಗೂ ಘರ್ಷಣೆಯು ಅಪಕಾರದಷ್ಟೇ ಉಪಕಾರವನ್ನೂ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಕಾರುಗಳ ಗಾಲಿಗಳು, ಟ್ರೈನುಗಳ ಗಾಲಿಗಳು ನೆಲವನ್ನು ಉಜ್ಜಿ ಈ ಘರ್ಷಣೆಯನ್ನು ಇದಿರಿಸಿದಾಗಲೇ, ವಾಹನವು ಹೊರಡುತ್ತದೆ. ಅನೇಕ ವೇಳೆ ರೈಲು ಹಳಿಗಳ ಮೇಲೆ ಮಂಜು ಬಿದ್ದಾಗ, ಇಲ್ಲವೆ ರಸ್ತೆಗಳ ಮೇಲೆ ಮಂಜು ಹಾಳೆಹಾಳೆಯಾಗಿ ಬಿದ್ದಿರುವಾಗ, ವಾಹನಗಳ ಗಾಲಿಗಳ

ಮುಂದೆ ಮರಳನ್ನೋ, ಇದ್ದಲನ್ನೋ ಸುರವುತ್ತ ಅವನ್ನು ಹೊರಡಿಸುವ ಪ್ರಸಂಗ ಬೀಳುತ್ತದೆ, ಅಂದರೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಘರ್ಷಣೆಯು ಇಂಜಿನನ್ನು ಹೊರಡಿಸುವ ಬಲವನ್ನಿದಿರಿಸಿದರೇನೇ ವಾಹನವು ಹದವಾಗಿ ಹೊರಡುವುದು. ಹಾಗೆಯೇ ಲೇತ್‌ಗಳಲ್ಲೂ, ಇತರ ರಬ್ಬರ್‌ಪಟ್ಟಿಗಳ ಜೋಡಣೆಯಿಂದ ತಿರುಗುವ ಗಾಲಿಗಳಲ್ಲೂ ಘರ್ಷಣೆಯೇ ಅತ್ಯಂತ ಸಹಕಾರಿಯಾಗಿದು ಅವುಗಳ ತಿರುಗುವಿಕೆಗೂ ಕಾರಣ ವಾಗುತ್ತದೆ.

ಹೆಚ್ಚೇಕೆ? ಘರ್ಷಣೆಯಿಲ್ಲದೆಹೋದರೆ, ಬಡಗಿವಿದ್ಯೆಯು ಅಸಾಧ್ಯ, ಕಟ್ಟಡಗಳನ್ನು ಕಟ್ಟಲಾರೆವು ಎಂಬ ಮಾತೂ ಸತ್ಯವೇ. ಇದರಲ್ಲೇನೇನೂ ಉತ್ಪ್ರೇಕ್ಷೆ ಇಲ್ಲ. ಗೋಡೆಗೆ ಹೊಡೆದ ಆಣಿಯು ತನ್ನ ಭಾರ ದಿಂದ ಕೆಳಗೆ ಬೀಳದಿರಬೇಕಾದರೆ, ಘರ್ಷಣೆಯೇ ಕಾರಣ, ಇದು ಅದನ್ನು ಅದರ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಭದ್ರವಾಗಿ ಹಿಡಿದು ನಿಲ್ಲಿಸುತ್ತದೆ. ಆಣಿಯನ್ನು ನೀವು ಮರದ ತೊಲೆಗೆ ಹೊಡೆದಿರಿ ಎಂದುಕೊಳ್ಳಿರಿ. ಆಗ ಮರದ ವಿವಿಧ ಪದರಗಳಲ್ಲಿನ ತಂತುಗಳ ಬಲವು ಘರ್ಷಣೆರೂಪದ ತಡೆಯನ್ನೊಡ್ಡುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಪ್ರತಿ ಭಟಿಸಲು ನಾವು ಬಲವಾಗಿ ಹೊಡೆಯಬೇಕು. ಹಾಗೆ ಹೊಡೆಯಲ್ಪಟ್ಟ ಆಣಿಗಳಾದರೋ ಘರ್ಷಣೆಯ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ಥಕ್ಕನೇ ಕೀಳಲು ಬರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಮರದ ಬದಲು ಬೆಣ್ಣೆಯ ಮುದ್ದೆಗೆ ಆಣಿ ಹೊಡೆಯಲು ಕಷ್ಟವೆ? ಇಲ್ಲವಷ್ಟೆ. ಬೆಣ್ಣೆಯೊಡ್ಡುವ ಘರ್ಷಣೆಯ ರೂಪದ ಪ್ರತಿಭಟನೆಯು ಮರ ದಲ್ಲಿ ತೋರುವ ಘರ್ಷಣೆಗಿಂತ ಎಷ್ಟೋ ಪಟ್ಟು ಕಡಿಮೆ ಇರುವುದೇ ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ.

ಸುಲಭ ಯಂತ್ರಗಳು: ಬಲಗಳನ್ನು ಎದುರಿಸಲು ಮನುಷ್ಯ ಪ್ರಯತ್ನ ಮಾಡುತ್ತಾನೆ. ಈ ಯತ್ನವೇ ಆತನು ಪ್ರಯೋಗಿಸುವ ಬಲ. ಯಾವುದಾದರೂ ಸಾಧನವನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಒಂದೆಡೆ ಒಂದಿಷ್ಟು ಬಲ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿ, ಆತನು ಮತ್ತಷ್ಟು ಬಲವನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತಾನೆ. ಅನೇಕ ವೇಳೆ ಸಾಧನದ ಕಾರಣದಿಂದ ಈತನು ಪ್ರಯೋಗಿಸುವ ಬಲವೋ ಕಮ್ಮಿ ಇದ್ದು, ಉಪಕಾರವೇ ಆಗಬಹುದು; ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸುವ ಬಲವು ನಿಜದಾದ ಬಲಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿಗೆ ಇದ್ದರೂ, ಹೆಚ್ಚಿನ ಅನುಕೂಲತೆ ಯೊದಗಬಹುದು (ಉದಾಹರಣೆಗೆ: ರಾಟೆ). ಹೀಗೆ ಎಲ್ಲಾದರೂ ಒಂದೆಡೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದ ಬಲದಿಂದ ಸಾಧನವು ಈ ಬಲದ ಅನೇಕ ಪಾಲು ಬಲವನ್ನು ಎತ್ತಬಹುದಾದರೆ, ಬಲವನ್ನಿದಿರಿಸ ಬಲ್ಲುದಾದರೆ, ಇಂಥ ಸಾಧನವೇ ಸುಲಭಯಂತ್ರ. ಇಂದಿನ ಯಂತ್ರಯುಗದಲ್ಲಾದರೋ, ಅನೇಕ ಯಂತ್ರಗಳ ರಚನೆಯು, ಉದಾಹರಣೆಗೆ: ಮುದ್ರಣಯಂತ್ರ, ಮೋಟರುಯಂತ್ರ, ಲಿನೋಟೈಪ್‌ಯಂತ್ರ ಸುಲಭವಾಗಿ ಅರ್ಥವಾಗದಷ್ಟು, ಜಟಿಲವಾಗಿದೆ. ಆದರೇನು? ವಿಜ್ಞಾನದ – ವ ುಖ್ಯವಾಗಿ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ–ಎಂಥ ಸಂಕೀರ್ಣ, ಜಟಿಲ ಯಂತ್ರದಲ್ಲೂ ನಾಲ್ಕೇ ಬಗೆಯ ಸುಲಭ ಯಂತ್ರಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಒಂದೊಂದರಲ್ಲಿ ಒಂದೊಂದು ಬಗೆಯ ಯತ್ನ (Effort). ಭಾರಗಳ (Load) ಜೋಡಣೆಯು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ಸುಲಭಯಂತ್ರಗಳೇ (1) ಸನ್ನೆ, (2) ಗಾಲಿ ಮತ್ತು ಅಕ್ಷ, (3) ಸ್ಕ್ರೂ (ತಿರುಗಣೆ) ಮತ್ತು (4) ಕೀಲು (Wedge) ಇಲ್ಲವೆ ಅಂಥ ಹಲವು ಕೀಲುಗಳ ಜೋಡಣೆ; ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡು, ಅಥವಾ ಮೂರು ಸುಲಭಯಂತ್ರಗಳ ಜೋಡಣೆ ಯಿಂದಲೇ ಸಂಕೀರ್ಣರಚನೆಯುಳ್ಳ ಯಂತ್ರಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಾರೆ.

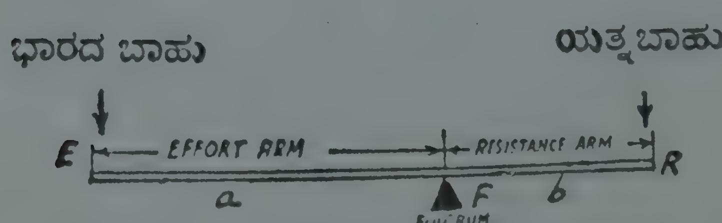
ಟೈಪರೈಟರ್ ಯಂತ್ರವು ಅನೇಕ ಸನ್ನೆಗಳ ಜೋಡಣೆ. ಮುದ್ರಣಯಂತ್ರದಲ್ಲೋ ಸನ್ನೆ, ಗಾಲಿ ಮತ್ತು ಅಕ್ಷಗಳು, ಸ್ಕ್ರೂ ಹಾಗೂ ಕೀಲುಗಳ ಜೋಡಣೆ ಇದೆ. ಹಾಗೆಯೇ ವಾಹನ ಗಳಲ್ಲಿನ ಸುಲಭಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಮೇಲಿನವೆಲ್ಲವೂ ಇವೆ. ಈ ಸುಲಭಯಂತ್ರಗಳ ರಚನೆ, ಕಾರ್ಯಕೌಶಲ ವನ್ನರಿತರೇನೇ, ಮುಂದೆ ಸಂಕೀರ್ಣ ಯಂತ್ರಗಳ ರಚನೆಯನ್ನು ಅರಿತುಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

ಸನ್ನೆ-ಮೊದಲ ವರ್ಗದ ಸನ್ನೆ ಸನ್ನೆಯೇ ಅತಿ ಸುಲಭ ರಚನೆಯು – ಅತ್ಯಂತ ಸರಳವೆನಿಸಿದ ಯಂತ್ರ. ಇದರಲ್ಲೂ ಮೂರು ವರ್ಗದವುಗಳಿವೆ. ಮೊದಲಿನ ವರ್ಗದ ಸನ್ನೆಯು ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಆಧರಿಸಲಾದ ಒಂದು ಕೋಲು. ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಆಧರಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ತೂಗುಹಲಗೆ (Seesaw)ಯ ಮೇಲೆ ಇಕ್ಕಡೆಗಳಲ್ಲೂ ಎರಡು ಮಕ್ಕಳು ಕುಳಿತು ಉಯ್ಯಾಲಾಡುವುದನ್ನು ನೀವು ಕಂಡಿಲ್ಲವೆ? ಒಬ್ಬನು ಹೆಚ್ಚಿನ ಬಲವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದೊಡನೆ ತಾನು ಕೆಳಗೆ ಹೋಗುತ್ತಾನೆ, ಆಚೆಯವನು ಮೇಲೆ ಬರುತ್ತಾನೆ; ಎರಡನೆಯವನು ಹೆಚ್ಚಿನ ಬಲವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದನಾದರೆ ಆತನು ಕೆಳಗೆ ಹೋಗುತ್ತ ಮೊದಲನೆಯವನು ಮೇಲೇರುತ್ತಾನೆ. ಇಂಥ ತೂಗುಹಲಗೆಯ ತತ್ವವೇ ಮೊದಲ ವರ್ಗದ ಸನ್ನೆಯ ತತ್ವ. ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿನ ಬಿಂದುವಿನ ಆಚೆ, ಈಚೆ ಕುಳಿತ ಬಾಲಕರು ಹಲಗೆಯನ್ನು ಈ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಆಧರಿಸಿರುವರು. ಇದೇ ಸನ್ನೆಯ ಆನಿಕೆ (fulcrum) ಇಲ್ಲವೆ 'ಆಲಂಬ'. ಈ ಬಿಂದುವಿನ ಸುತ್ತಲೂ ಹಲಗೆ ಇಲ್ಲವೆ ಸನ್ನೆ ತಿರುಗಬಲ್ಲುದು. ಚಿತ್ರ 36ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದ ತುಲಾಯಂತ್ರವೂ – ತಕ್ಕಡಿಯೂ. (Beam balance) ಕೂಡ ಮೊದಲನೆ ವರ್ಗದ ಸನ್ನೆಯೇ. ಒಂದು ತಟ್ಟೆಗೆ ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಹಾಕಿದಾಗ ಅದರ ಭಾರವು ತುಲಾದಂಡವನ್ನು ಮಧ್ಯದ ಆನಿಕೆಯ ಈಚೆ ಎಳೆದು ಬಾಗಿಸುವುದು. ಆಗ ಈ ಬಲದ



ಚಿತ್ರ 36: ತೂಕ ನಿಶ್ಚಯ.

ಭ್ರಾಮ್ಯಕ್ಕೆ ವಿರೋಧವಾದ ಭ್ರಾಮ್ಯ (Moment)ವನ್ನುಂಟುಮಾಡಲು ಆಚೆ ತಟ್ಟೆಯಲ್ಲೂ ಯುಕ್ತ ಬಲವನ್ನು – ಯತ್ನರೂಪದ ಭಾರವನ್ನು – ಹೇರಬೇಕು. ಇವೆರಡು ಭ್ರಾಮ್ಯಗಳು ಸಮವೆನಿಸಿದಾಗಲೇ, ದಂಡವು ಕ್ಷಿತಿಜಕ್ಕೆ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿ ತೂಗುವುದು. ಆನಿಕೆಯ ಇಕ್ಕೆಡೆಗಳಲ್ಲೂ ದಂಡದಿಂದ ಸಮದೂರದಲ್ಲಿ ಸಮಭಾರದ ತಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ತೂಗಿಸಿದ್ದರೆ, ವಸ್ತುವಿನ ಭಾರವು ನಾವು ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ತೂಕದ ಪಡಿಗಳ ಭಾರಕ್ಕೆ ಸಮ.

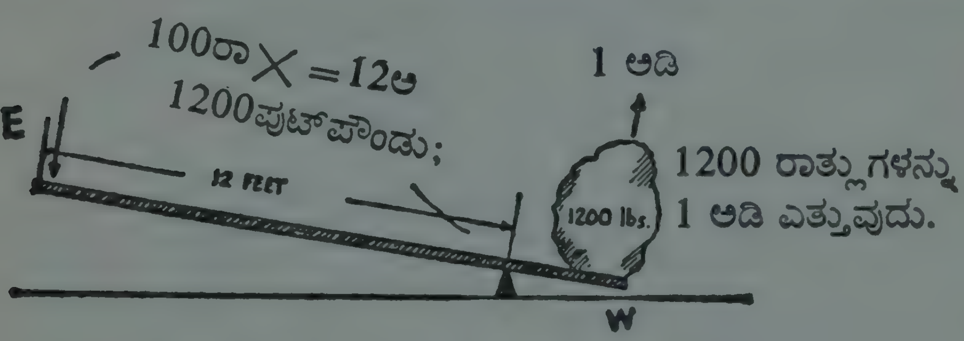


ಚಿತ್ರ 37: ಸನ್ನೆಯ ನಿಯಮ.

ಮೊದಲನೆ ವರ್ಗದ ಈ ಸನ್ನೆಯಲ್ಲಿ, ನಾವು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಬಲವು ಯತ್ನ (effort); ಎತ್ತುವ ಬಲವು ಭಾರ (Resistance), ಇವುಗಳ ನಡುವೆ ಆನಿಕೆಯು ಇರುತ್ತದೆ. ಆನಿಕೆಯಿಂದ ಯತ್ನ ಪ್ರಯೋಗದ ದೂರವನ್ನು ಯತ್ನ ದೂರ (effort arm) ವೆಂತಲೂ, ಭಾರಪ್ರಯೋಗದ ಬಿಂದುವಿನ ದೂರವನ್ನು ಭಾರದೂರ (Resistance arm) ವೆಂತಲೂ ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಚಿತ್ರ 37 ರಲ್ಲಿ ಇವನ್ನು ಚಿತ್ರಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಗಿದೆ. 'a'ಯು ಯತ್ನ ದೂರ, 'b'ಯು ಭಾರದೂರ, F ಆನಿಕೆ, Eಯು ಯತ್ನ ಮತ್ತು R ಭಾರ ಹೀಗಿವೆ.

ಸನ್ನೆಯ ನಿಯಮ "ಸನ್ನೆಯಲ್ಲಿ, ಯತ್ನ × ಯತ್ನ ದೂರ = ಭಾರ × ಭಾರದೂರ"

1) ಇದರ ಪ್ರಕಾರ ಆನಿಕೆಯಿಂದ 4 ಅಡಿ ದೂರದಲ್ಲಿನ 10 ಪೌಂಡು ಭಾರವನ್ನು ಆನಿಕೆಯ ಆಚೆ ಮಗ್ಗುಲಲ್ಲಿ 10 ಅಡಿ ದೂರದಲ್ಲಿ ಕೇವಲ 4 ಪೌಂಡು ಯತ್ನವು ಎತ್ತಬಲ್ಲುದು.
2) ಆನಿಕೆಯಿಂದ 10 ಅಡಿ ದೂರದಲ್ಲಿ 50 ಪೌಂಡು ಯತ್ನವು ಅದೇ ಆನಿಕೆಯ ಆಚೆ ಮಗ್ಗುಲಲ್ಲಿ $2\frac{1}{2}$ಅಡಿ ದೂರದಲ್ಲಿನ 200 ಪೌಂಡು ಭಾರವನ್ನು ಎತ್ತುತ್ತದೆ.
3) ಚಿತ್ರ 38ರಲ್ಲಿ ದೊಡ್ಡ ಸಲಾಕೆ (Crowbar)ಯೊಂದನ್ನು ಭಾರವೆತ್ತಲು ಪ್ರಯೋಗಿಸಲಾಗಿದೆ.



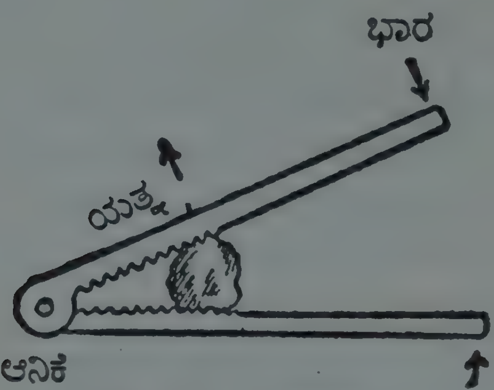
ಚಿತ್ರ 38: ಸನ್ನೆಯ ಕಾರ್ಯ.

ಸಲಾಕೆಯು 13 ಅಡಿ ಉದ್ದವಿದೆ. ಇದನ್ನು ಸನ್ನೆಯಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿದಾಗ ಆನಿಕೆಯು ಒಂದು ತುದಿಯಿಂದ 1 ಅಡಿ ದೂರದಲ್ಲಿದೆ. ಆ ತುದಿಯಲ್ಲಿ 1200 ಪೌಂಡು ಭಾರದ ಕಲ್ಲೊಂದನ್ನಿಟ್ಟಿದೆ ಎನ್ನಿರಿ. ಆಗ ಆಚೆ ತುದಿಯಲ್ಲಿ ನಾವು $1200 \times 1 \div 12 = 100$ ಪೌಂಡು ಭಾರದ ಯತ್ನವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದರೆ ಸಾಕು; ಕಲ್ಲನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಎತ್ತಬಹುದು. ಆದರೇನು? ಯತ್ನವನ್ನು ನಾವು ಒಂದಷ್ಟು ದೂರ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದಾಗ, ಭಾರವಾದರೋ ಯತ್ನವು ಚಲಿಸುವ ದೂರದ $\frac{1}{12}$ ರಷ್ಟು ಸ್ಥಳಾಂತರಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಚಿತ್ರ 38ರಲ್ಲಿ ತೋರಲಾಗಿದೆ.

ಪೆಯಿಂಟು(Paint)ಳ್ಳ ಡಬ್ಬಿಯ ಮುಚ್ಚಳ ತೆಗೆಯಲು ಚಿಕ್ಕ ಕೋಲನ್ನೋ, ಸರಳನ್ನೋ 1ನೆ ವರ್ಗದ ಸನ್ನೆಯಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವಿರಿ, ಬಹಳ ಕಮ್ಮಿ ಯತ್ನದಿಂದ ಮುಚ್ಚಳವನ್ನು ತೆಗೆಯುವಿರಿ; ಕಾರಣ, ಸರಳಿನ ಆನಿಕೆಯು ಮುಚ್ಚಳದ ಅತಿ ಹತ್ತಿರವಿದ್ದು ಯತ್ನವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸುವ ಬಿಂದು ಸಾಕಷ್ಟು ದೂರವಿರುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಯತ್ನವು ಭಾರಕ್ಕಿಂತ ಬಹಳ ಕಡಿಮೆ ಎನಿಸುತ್ತದೆ. ಕಿಟಿಕಿಯ ಬಾಗಿಲುಗಳನ್ನೂ ತೆಗೆಯುವಾಗಲೂ ಇಂಥದೇ ಸನ್ನೆ ಉಪಯೋಗವಾಗುತ್ತದೆ, ಅತ್ಯಂತ ಲಘು ಯತ್ನದಿಂದ ಸಾಕಷ್ಟು ದೊಡ್ಡ ಪ್ರಮಾಣದ ಭಾರವನ್ನು ನಾವು ಎತ್ತಿಬಿಡುತ್ತೇವೆ. ಯತ್ನ ದೂರವು (effort arm) ಹೆಚ್ಚಿಗೆ ಇದ್ದಷ್ಟೂ ನಮ್ಮ ಕೆಲಸ ಸುಲಭವೆನಿಸುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನೇ ಸನ್ನೆಯ ಸೌಲಭ್ಯ(leverage)ವೆನ್ನುವುದು. ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸನು ಹಿಂದೆ, "ನನಗೆ ನಿಲ್ಲಲು ತಕ್ಕ ಜಾಗ ಮತ್ತು ಸಾಕಷ್ಟು ಉದ್ದವಾದ ಸನ್ನೆಯನ್ನೊದಗಿಸಿರಿ, ನಮ್ಮ ಭೂಮಿಯನ್ನೇ ನಾನು ಎತ್ತಿ ತೋರಿಸುತ್ತೇನೆ" ಎಂದಿದ್ದನಂತೆ. ಈ ಮಾತುಗಳಿಂದ ಸನ್ನೆಯ ಸೌಲಭ್ಯವಷ್ಟೇ ಉದಾಹೃತವಾಗಿದೆ.

ಮೊದಲನೆ ವರ್ಗದ ಸನ್ನೆಯಲ್ಲಿ ಆನಿಕೆಯು ಯತ್ನ, ಭಾರಗಳ ನಡುವೆ ಇದೆ. ಕತ್ತರಿ ಇಕ್ಕಳ, ಪ್ಲೈಯರ್, ಉಧ್ದವಾದ ಸಲಾಕೆ, ತುಲಾದಂಡ, ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯನ್ನೆತ್ತುವ ಇಕ್ಕಳ ಇವೆಲ್ಲವೂ ಮೊದಲನೆ ವರ್ಗದ ಸನ್ನೆಗಳು.

ಎರಡನೆ ವರ್ಗದ ಸನ್ನೆ: ಎರಡನೆ ವರ್ಗದ ಸನ್ನೆಗಳಲ್ಲಿ ಭಾರವು ಆನಿಕೆ ಮತ್ತು ಯತ್ನಗಳ ನಡುವೆ ಇದೆ. ಅಡಕತ್ತರಿ ಮತ್ತು ಸಾಮಾನು ತಳ್ಳುವ ಗಾಡಿ (Wheel barrow)ಗಳು ಈ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ಸೇರಿದವುಗಳು. ಚಿತ್ರ 39ರಲ್ಲಿ ಅಡಕತ್ತರಿಯನ್ನು ಚಿತ್ರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಅಡಕೆಯು ಆನಿಕೆ ಮತ್ತು ಯತ್ನಗಳ



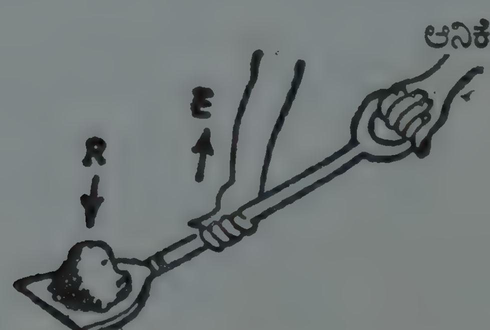
ಚಿತ್ರ 39: ಅಡಕತ್ತರಿ

ನಡುವೆ ಇದ್ದು ಇದರಲ್ಲಿ ಯತ್ನದೂರವು ಭಾರಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು. ಅಡಕೆಯನ್ನು ಆನಿಕೆಯ ಹತ್ತಿರವಿಟ್ಟರಂತೂ ಯತ್ನದೂರ ÷ ಭಾರದೂರದ ಬೆಲೆಯು, ಅಂದರೆ, ಈ ಯಂತ್ರದಲ್ಲಿನ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಲಾಭವು (Mechanical advantage) ಮತ್ತೂ ಹೆಚ್ಚು; ಅತಿ ಕಮ್ಮಿ ಯತ್ನದಿಂದ ಬಹಳ ಗಟ್ಟಿ ಕಾಯಿಯನ್ನೂ ನಾವು ಜಜ್ಜಿಬಿಡಬಲ್ಲೆವು.

1 ಪೌಂಡು ಭಾರದ ಯತ್ನವು 10 ಪೌಂಡು ಭಾರವನ್ನು ಎತ್ತಲು ಶಕ್ತವಾದರೆ ಯಂತ್ರದ ಲಾಭ 10; 5 ಪೌಂಡು ಭಾರದ ಯತ್ನವು 100 ಪೌಂಡು ಭಾರವನ್ನೆತ್ತಿದರೆ ಲಾಭವು 20. ಅಥವಾ

$$\text{ಯಾಂತ್ರಿಕ ಲಾಭ} = \frac{\text{ಭಾರ}}{\text{ಯತ್ನ}}$$

ಮೂರನೆ ವರ್ಗದ ಸನ್ನೆ: ಈ ವರ್ಗದ ಸನ್ನೆಯಲ್ಲಿ ಯತ್ನಪ್ರಯೋಗದ ಬಿಂದು ಆನಿಕೆ ಮತ್ತು ಭಾರಗಳ ನಡುವೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಮುಂಗೈ, ಇದ್ದಲು ಅಗೆಯುವ ಸಾಧನ ಮತ್ತು ಸೈಕಲಿನ ಪೆಡಲ್‌ಗಳೆಲ್ಲವೂ

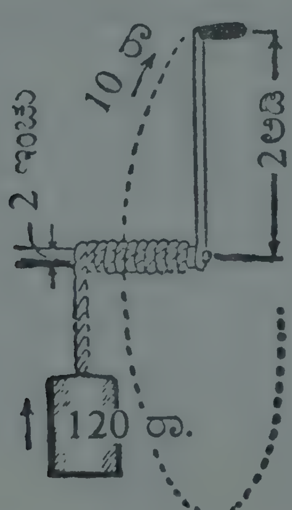


ಚಿತ್ರ 40: ಇದ್ದಲು ಅಗೆಯುವ ಹಾರೆ.

ಇದೇ ವರ್ಗದ ಸನ್ನೆಗಳು. ಇದ್ದಲು ಅಗೆಯುವ ಹಾರೆಯಲ್ಲಿ ಚಿತ್ರ (40) ಆನಿಕೆಯ ಹಿಡಿಯಲ್ಲೂ, ಭಾರವು ಹಾರೆಯಲ್ಲೂ ಇದ್ದು ಯತ್ನವನ್ನು ಇವುಗಳ ನಡುವೆ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ನಮ್ಮ ಮುಂಗೈಯಲ್ಲಿ ಭಾರವು ಕೈಯ ಹಸ್ತದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಆನಿಕೆಯು ಮುಂಗೈಯ ಸಂದು; ಮುಂಗೈಯ ಸ್ನಾಯುಗಳೇ ತಕ್ಕ ಯತ್ನವನ್ನೊದಗಿಸುವುವು.

ಈ ಹಿಂದೆ ಹೇಳಿದಂತೆ ನಾವು ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಲೂ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಅನೇಕ ಯಂತ್ರಗಳು ಸಂಕೀರ್ಣ ರಚನೆಯವುಗಳೇ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಲ್ಲ, ಹಲವು ಸನ್ನೆಗಳು ಇರಬಲ್ಲುವು. ಪಿಯಾನೋ, ಟೈಪ್‌ರೈಟರ್, ವಾಹನಗಳು, ಭಾರ ನೋಡುವ ಯಂತ್ರ ಮೊದಲಾದುವೆಲ್ಲವೂ ಇಂಥ ಯಂತ್ರಗಳ ಉದಾಹರಣೆಗಳು.

ಗಾಲಿ ಮತ್ತು ಅಕ್ಷ (ಅಚ್ಚುಗಾಲಿ) ಅಗಲವಾದ, ಉರುಟು ಗಾಲಿಯನ್ನು ಸಪುರವಾದ ಅಕ್ಷಕ್ಕೆ ಹೊಂದಿಸಿದ ಸಾಧನವೇ ಅಚ್ಚುಗಾಲಿ, ಇಲ್ಲವೆ, ಗಾಲಿ ಮತ್ತು ಅಕ್ಷ. ಇದರಲ್ಲಿ ಗಾಲಿಯನ್ನು ಕ್ರ್ಯಾಂಕ್ (Crank) ಎಂತಲೂ ಕರೆಯುವುದಿದೆ. ಇದರ ತ್ರಿಜ್ಯವು ಸಾಮಾನ್ಯ ದೊಡ್ಡದೇ ಇರುತ್ತದೆ, ಮಾತ್ರವಲ್ಲ; ಇದೇ ಈ ಸುಲಭಯಂತ್ರದ ಯತ್ನದೂರ (effort arm); ಕಾರಣ, ಈ ಗಾಲಿಯ ಸುತ್ತಲೂ ತೆಳ್ಳನಾದ ದಾರವೊಂದನ್ನು ಸುತ್ತಿ ಅದರ ತುದಿಯಲ್ಲಿ ಯತ್ನವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆಯೇ, ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತಲೂ ಸುತ್ತಿದ ದಾರದ ತುದಿಯಲ್ಲಿ ಭಾರವನ್ನು ತೂಗುತ್ತ ಗಾಲಿಯನ್ನು ಸುತ್ತುತ್ತ ಭಾರವನ್ನು ಎತ್ತಲಾಗುವುದು. ಇಂಥ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ, ಭಾರ ÷ ಯತ್ನ = ಯಾಂತ್ರಿಕ ಲಾಭ = ಯತ್ನ ಬಾಹು ÷ ಭಾರಬಾಹು; ಇದರ ಬೆಲೆಯಾದರೋ 1 ಕ್ಕಿಂತ ಅಧಿಕವಿದ್ದು, ಇದು ಅತ್ಯಂತ ಸಹಕಾರ ವನ್ನೀಯುವ ಸುಲಭಯಂತ್ರ. ಇಲ್ಲಿಯೂ ಯತ್ನವು ಮಾಡುವ ಭೌತಕಾರ್ಯವಾದರೋ ಭಾರವನ್ನೆತ್ತಿದ ಕಾರ್ಯವೇ. (ಇಲ್ಲಿ ಘರ್ಷಣೆ, ದಾರದ ಭಾರ ಮೊದಲಾದುವುಗಳನ್ನು ತ್ಯಜಿಸಿಬಿಡಲಾಗಿದೆ.) ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಚಿತ್ರ 41 ನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಿರಿ. ಇದರಲ್ಲಿ ಕ್ರ್ಯಾಂಕಿನ ಉದ್ದ, ಗಾಲಿಯ ತ್ರಿಜ್ಯವು 2 ಅಡಿ ಮತ್ತು ಅಕ್ಷದ ತ್ರಿಜ್ಯವು 2 ಇಂಚು; ಅಂದರೆ, ಗಾಲಿ ಒಮ್ಮೆ ಪೂರ್ಣ ಸುತ್ತು ಬರುವಾಗ ಅಕ್ಷವೂ ಒಂದೇ ಸುತ್ತು ಬರುತ್ತದೆ;

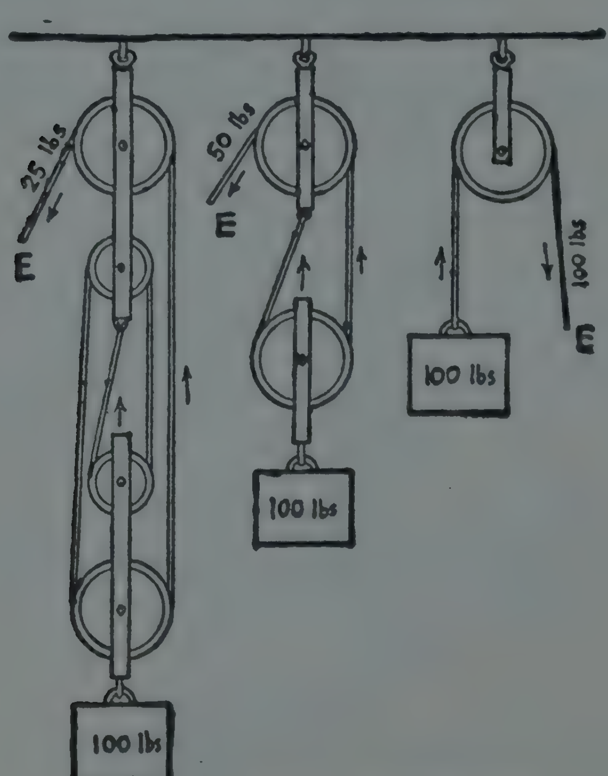


ಚಿತ್ರ 41: ಅಚ್ಚುಗಾಲಿಯಲ್ಲಿನ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಲಾಭ.

ಆದರೆ, ಯತ್ನವು ತಾನು ಭಾರದ 12 ಪಾಲು, (ಅಂದರೆ, $= \frac{2\ \text{ಅಡಿ}}{2\ \text{ಇಂಚು}}$) ದೂರ ಸರಿದಿರುತ್ತದೆ. ಭಾರವು ಮೆಲ್ಲನೆ ಏರುವಾಗಲೋ, ಯತ್ನವು ವೇಗವಾಗಿ ಸರಿಯಲೇಬೇಕು; ಹಾಗೆಯೇ ಹೆಚ್ಚು ದೂರವೂ ಸರಿಯಬೇಕು.

ಯತ್ನದ ಪ್ರತಿ ಪೌಂಡು ಭಾರ ಬಲಕ್ಕೆ ಸರಿಯಾಗಿ, ಭಾರದ 12 ಪೌಂಡು ಭಾರವು ಸುಲಭವಾಗಿ ಎತ್ತಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಕ್ರ್ಯಾಂಕನ್ನು ತಿರುಗಿಸುತ್ತ ಹೋದಂತೆ, ಭಾರಕ್ಕೆ ತಗಲಿಸಿದ ದಾರವು ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತಲೂ ಸುತ್ತಿಕೊಳ್ಳುತ್ತ, ಭಾರವು ಮೇಲೆ ಏರುತ್ತದೆ. ಅಂತೂ ಇದರ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಲಾಭವು $= \frac{\text{ಭಾರ}}{\text{ಯತ}}$ $= \frac{\text{ಗಾಲಿಯ ತ್ರಿಜ್ಯ}}{\text{ಅಕ್ಷದ ತ್ರಿಜ್ಯ}}$. ಐಸ್‌ಕ್ರೀಮನ್ನೊತ್ತುವ ಸಲಕರಣೆ, ಬಟ್ಟೆಗಳನ್ನೊತ್ತುವ ಯಂತ್ರ, ಆಳ ಬಾವಿಯಿಂದ ನೀರೆತ್ತುವ ರಾಟೆ, ಹಾಯಿ ಮತ್ತು ಪತಾಕೆಗಳನ್ನೆತ್ತುವ ಅಚ್ಚುಗಾಲಿಗಳೆಲ್ಲವೂ ಇಂಥ ಯಂತ್ರಗಳೇ ಆಗಿರುತ್ತವೆ.

ರಾಟೆಗಳು (Pulleys) ರಾಟೆ (ಕಪ್ಪಿ)ಯು ಅಚ್ಚುಗಾಲಿಯೇ. ಆದರೆ, ಅದರಲ್ಲಿ ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತಲೂ ಬಲದ ಪ್ರಯೋಗವಿಲ್ಲ. ಭಾರವನ್ನು, ಯತ್ನವನ್ನು ಗಾಲಿಯ ಸುತ್ತಲೂ ಇರುವ ದಾರದ ವಿರುದ್ಧ ತುದಿಗಳಲ್ಲಿ ಯೋಜಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತೇವೆ. ಹೀಗೆ ಒಂದೇ ರಾಟೆಯಿದ್ದು, ಇದು ಸ್ಥಿರವಾಗಿದ್ದರೆ, ಆಗ ಯಾಂತ್ರಿಕಲಾಭವೇನೂ ಇಲ್ಲ. ಇದರ ಬೆಲೆ 1. ಹಾಗಾದರೆ, ಇದರಿಂದ ಪ್ರಯೋಜನವೇನು? ಭಾರವನ್ನೆತ್ತುವ ಯತ್ನದ ದಿಕ್ಕನ್ನು ನಾವು ಬದಲಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತೇವೆ: ಇದೇ ಈ ಯಂತ್ರವು ಒದಗಿಸುವ ಅನುಕೂಲ. ಬಾವಿಯಿಂದ ಸ್ಥಿರ ರಾಟೆಯನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ನೀರನ್ನೆತ್ತುತ್ತೇವೆ, ಮಣ್ಣನ್ನೂ ಹೀಗೆಯೇ ಎತ್ತುತ್ತೇವೆ. ಪತಾಕೆಯನ್ನೇರಿಸುವಾಗ ಸ್ಥಿರರಾಟೆಯನ್ನೇ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತೇವೆ. ಆದರೆ, ಚಿತ್ರ 42 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ ಎರಡನೆಯ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಎರಡು ರಾಟೆಗಳನ್ನು ಜೋಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ಜೋಡಣೆಯಲ್ಲಿ



ಚಿತ್ರ 42: ಸ್ಥಿರ ಮತ್ತು ಚರ ರಾಟೆಗಳು.

ಮೇಲಿನದು ಸ್ಥಿರರಾಟೆ ಕೆಳಗಿನದು ಚರರಾಟೆ; ಇವೆರಡರ ಸುತ್ತಲೂ ಹಾದುಹೋಗಿರುವ ದಾರವನ್ನು E ಯಲ್ಲಿ ಎಳೆಯುತ್ತಿದ್ದರೆ, ಭಾರದೊಡನೆ ಕೆಳರಾಟೆಯೂ ಚಲಿಸುವುದು. ಆದರೇನು? ಒಂದೇ ಸ್ಥಿರ ರಾಟೆಯು ಒಂದಷ್ಟು ದೂರ ಭಾರವೆತ್ತುವ ಸಮಯದಲ್ಲಿ, ಕೇವಲ ಇದರ ಅರ್ಧದಷ್ಟು ದೂರವನ್ನು ಇದರಿಂದ ಎತ್ತಬಹುದು. ಹೀಗೆ ಬಲದಲ್ಲಿ ಪಡೆಯುವ ಲಾಭವಾದರೋ ದೂರದಲ್ಲಿ ನಷ್ಟವೇ ಆಗುತ್ತದೆ. ಅಥವಾ, ಬಲಪ್ರಯೋಗವು, ಅವಶ್ಯ ಯತ್ನವು, ಕಮ್ಮಿಯೆನಿಸಿದರೂ ಯತ್ನವನ್ನು ಬಹಳ ದೂರ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿ, ಇದರ ಅರ್ಧದಷ್ಟು ದೂರಕ್ಕೇ ಭಾರವನ್ನೆಳೆಯಬಹುದು; ಅಲ್ಲದೆ, ಒಂದಷ್ಟು ಭಾರವನ್ನು ಮೇಲಕ್ಕೆಳೆಯಲು ಸ್ಥಿರರಾಟೆಯೊಂದರ ಸಹಾಯದಿಂದ ಬೇಕಾಗುವ ಸಮಯದ ಎರಡರಷ್ಟು ಸಮಯವೂ ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಅವಶ್ಯ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿನ ಅನುಕೂಲವೆಂದರೆ, ನಾವು ಹಿಂದಿಗಿಂತ ಎರಡು ಪಾಲು ಭಾರವನ್ನೆಳೆಯಬಹುದು ಎಂಬುದು ಮಾತ್ರ. ಚರರಾಟೆಗಳನ್ನು ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ಜೋಡಿಸಿಕೊಂಡರೆ ಇಂಥ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಲಾಭವೇನೋ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ; ಆದರೆ, ಯತ್ನದ ಪ್ರಯೋಗವು ಹೆಚ್ಚು ದೂರದ ತನಕವೂ, ಅಲ್ಲದೆ ಹೆಚ್ಚು ಸಮಯದ ತನಕವೂ, ಅವಶ್ಯಬೀಳುತ್ತದೆ. ಇದೇ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ 2 ಸ್ಥಿರರಾಟೆ ಮತ್ತು 4 ಚರರಾಟೆಗಳ ಜೋಡಣೆಯಲ್ಲಿ ಯತ್ನವು ಭಾರದ $\frac{1}{4}$ ಪಾಲು ಇದ್ದರೂ, ಭಾರವು 1 ಅಡಿ ದೂರ ಚಲಿಸುವಷ್ಟರಲ್ಲಿ ಯತ್ನವು 4 ಪಾಲು ಚಲಿಸಿರುತ್ತದೆ; ಅಲ್ಲದೆ, ಭಾರವನ್ನೆತ್ತಲು 4 ಪಾಲು ಸಮಯವೂ ಅವಶ್ಯ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಭಾರ 100 ರಾತ್ಲನ್ನು ಎಳೆಯುವ ಯತ್ನಗಳನ್ನು (E) ವಿವಿಧ ಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಗುರುತಿಸಲಾಗಿದೆ.

ದಾರ ಇಲ್ಲವೆ ಪಟ್ಟಿಯಿಂದ ಜೋಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ರಾಟೆಗಳ ವಿಚಾರ ಒಂದು ರಾಟೆಯ ಚಲನೆಯನ್ನು, ಭ್ರಮಣವನ್ನು ಮತ್ತೊಂದಕ್ಕೆ ದಾಟಿಸುವ ಸುಲಭ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯೇ ಇದು. ಇಂಥ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಎರಡು ರಾಟೆಗಳೂ ಸಮಾನ ತ್ರಿಜ್ಯದವುಗಳಾದರೆ, ಇವೆರಡೂ ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಸಮಾನ ಭ್ರಮಣಗಳನ್ನೇ ತೋರುವುವು. ರಾಟೆಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ದೊಡ್ಡದು, ಮತ್ತೊಂದು ಚಿಕ್ಕದು ಆಗಿದ್ದರೆ, ಆಗ ಇವುಗಳ ಭ್ರಮಣ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಅವವುಗಳ ತ್ರಿಜ್ಯಗಳ ವಿಲೋಮ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. 10″ ತ್ರಿಜ್ಯದ ರಾಟೆಯು 2″ತ್ರಿಜ್ಯದ ರಾಟೆಯ $\frac{1}{5}$ ಪಾಲು ಸುತ್ತುವುದು. ಇಂಥ ಜೋಡಣೆಯ ರಾಟೆಗಳಾದರೋ ಬಹಳ ಪ್ರಯೋಜನಕಾರಿಗಳು. ಅಂದರೆ, ಬಹಳ ವೇಗವಾಗಿ ಭ್ರಮಿಸುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಮೋಟರು ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಯಂತ್ರಶಾಲೆಯಲ್ಲಿನ ಅನೇಕ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ನಡೆಸಲು ಶಕ್ತವಾಗುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ, ಇಂಥದೇ ಜೋಡಣೆಯಿಂದ ಅದನ್ನು ವಿವಿಧ ಉಪಕರಣಗಳಲ್ಲಿನ ಸುತ್ತುವ ಗಾಲಿಗಳೊಡನೆ ಹೊಂದಿಸಿಕೊಳ್ಳತಕ್ಕುದು. ಮೋಟರಿನ ಅಕ್ಷವು ವೇಗವಾಗಿ ತಿರುಗುತ್ತದೆಯಷ್ಟೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಅಲ್ಲಲ್ಲಿ ತಕ್ಕ ಬೆಲ್ಟುಗಳನ್ನು ತಗಲಿಸಿ, ವಿವಿಧ ಉಪಕರಣಗಳ ಗಾಲಿಗಳನ್ನು ತಿರುಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಅಕ್ಷದ ಎಲ್ಲಾ ಗಾಲಿಗಳೂ ಏಕಪ್ರಕಾರದ ಭ್ರಮಣ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನೇ ತೋರುತ್ತವೆ; ಆದರೆ, ಬೆಲ್ಟುಗಳಿಂದ ಬಿಗಿಯಲ್ಪಟ್ಟ ವಿವಿಧ ಗಾತ್ರದ ಗಾಲಿಗಳು ಮಾತ್ರ ತಮತಮಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಸುತ್ತುತ್ತವೆ. ಇಂಥ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಿಂದಲಂತೂ ಯಂತ್ರಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಮೋಟರು ಇದ್ದರೂ, ಹದವಾಗಿ, ವಿವಿಧ ಲೇತ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲಸಮಾಡಲು ಬರುತ್ತದೆ.

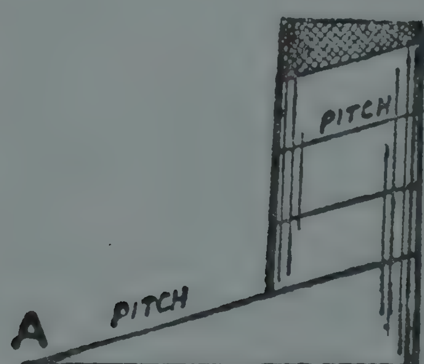
ಬಹು ಸಂಕೀರ್ಣವೆನಿಸಿದ ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ಥಳ ಮತ್ತು ಅವಕಾಶವನ್ನುಳಿಸಲು ಕಚ್ಚುಗಾಲಿಗಳನ್ನು (gear)ಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಇದು ಪರಿಧಿಯ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಹಲ್ಲುಗಳಿರುವ ಗಾಲಿ. ಒಂದು ಗಾಲಿಯ (ಕಚ್ಚುಗಳ) ತಾಡನೆಯಿಂದ, ತಳ್ಳುವಿಕೆಯಿಂದ, ಮತ್ತೊಂದು ಚಲಿಸಲುಪಕ್ರಮಿಸುವುದು; ಅಂದರೆ ಸುಲಭವಾಗಿ, ಎರಡೂ ವ್ಯವಸ್ಥಿತವಾಗಿ ಒಂದನ್ನೊಂದು ತಳ್ಳುತ್ತ ಭ್ರಮಿಸುವುವು. ಕಚ್ಚುಗಾಲಿಗಳಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಲಾಭವಿದೆ. ಇದು ಅವಶ್ಯವಾಗಿಯೂ $\frac{\text{ಭಾರ}}{\text{ಯತ್ನ}}$ಕ್ಕೆ ಸಮ; ಅಂದರೆ, ಇದರ ಬೆಲೆಯು

$$= \frac{\text{ದೊಡ್ಡ ಗಾಲಿಯ ಕಚ್ಚುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ}}{\text{ಸಣ್ಣ ಗಾಲಿಯ ಕಚ್ಚುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ.}}$$

. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಯತ್ನವನ್ನು ಅವಶ್ಯವಾಗಿಯೂ ಸಣ್ಣ ಗಾಲಿಯ ಸುತ್ತಲೂ ಪ್ರಯೋಗಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಗಿಯರುಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಟನ್‌ಗಟ್ಟಳೆ ಭಾರವನ್ನು ಕೆಲವೇ ಪೌಂಡು ಭಾರದ ಯತ್ನದಿಂದ ಮೇಲಕ್ಕೆ ತೂಗಬಹುದು. ಒಂದು ಅಚ್ಚುಗಾಲಿ ಇದೆ ಎನ್ನಿರಿ. ಇದರಲ್ಲಿ ಅಚ್ಚಿನಲ್ಲಿ 12 ಹಲ್ಲುಗಳಿವೆ ಎಂದೂ, ಈ ಅಕ್ಷವು 144 ಹಲ್ಲುಗಳಿರುವ ಎರಡನೆ ಕಚ್ಚುಗಾಲಿಯನ್ನೂ, ಇದು ಮತ್ತೊಂದು 288 ಹಲ್ಲುಗಳಿರುವ ಗಾಲಿಗೂ ತಗಲಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ ಎಂದೂ ತಿಳಿದರೆ, ಇಲ್ಲಿನ ಒಟ್ಟು ಯಾಂತ್ರಿಕ ಲಾಭವು $\frac{12}{144} \times \frac{288}{144} = 24$. ಅಂದರೆ, ಪ್ರತಿ ಪೌಂಡು ಭಾರ ಯತ್ನದಿಂದ, ನಾವು 24 ಪೌಂಡು ಭಾರವನ್ನು ಜಗ್ಗಬಹುದು. ಆದರೆ ಇಲ್ಲಿನ ಕ್ರ್ಯಾಂಕು 24 ಬಾರಿ ಸುತ್ತಿದಾಗ ಮಾತ್ರ, ಎರಡನೆ ಗಾಲಿ ಒಮ್ಮೆ ಸುತ್ತುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ ಟನ್ ಇದ್ದಲನ್ನು ಟ್ರಕ್ಕಿಗೆ ಎತ್ತಿ ಹಾಕಬೇಕಾದರೆ ಕ್ರ್ಯಾಂಕಿನ ಒಂದು ಭ್ರಮಣದ ಅವಧಿಯಲ್ಲಾದರೋ, ಭಾರವು ತುಸುವೇ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಇದು ಏರಿರುತ್ತದೆ.

ತಿರುಗಣೆ (ಸ್ಕ್ರೂ) ತಿರುಗಣೆಯು ಸುಲಭಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಲಾಭವನ್ನು ಒದಗಿಸುವ ಯಂತ್ರ. ಇದನ್ನು ತಕ್ಕ ಕ್ರ್ಯಾಂಕುಗಳೊಡನೆ ಉಪಯೋಗಿಸಿದಾಗಲೋ ಎಂಥ ಭಾರವನ್ನೂ ಸುಲಭವಾಗಿ ಎತ್ತುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಚಿತ್ರ 43ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ, ಸ್ಕ್ರೂವನ್ನು ನಾವು ಒಂದು ನೆಟ್ಟಗಿನ ಸ್ತಂಭದ ಮೇಲೆ ಸುತ್ತಲಾದ ಸಮಕೋಣ ತ್ರಿಭುಜವೆಂದೇ ಪರಿಗಣಿಸಬಹುದು. ಈ ತ್ರಿಭುಜದ ಕರ್ಣವು ಸ್ತಂಭದ ಸುತ್ತುವರಿದಾಗ ಸ್ಕ್ರೂವಿನ ತಿರುಪನ್ನು (Thread) ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಎರಡು ಅನುಕ್ರಮ ತಿರುಪುಗಳ ನಡುವಣ ದೂರವೇ ಸ್ಕ್ರೂವಿನ ಅಂತರ (Pitch). ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ಸಮಕೋಣ

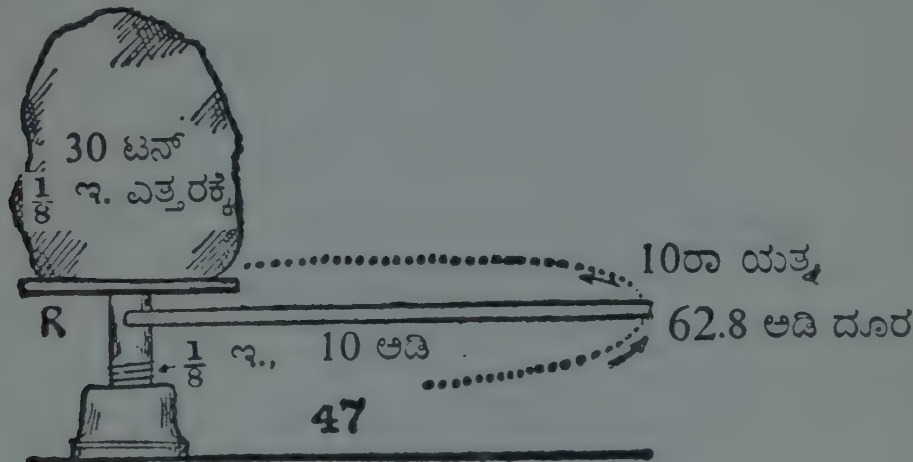


ಚಿತ್ರ 43: ತಿರುಗಣೆಯ ವಿವರಣೆ.

ತ್ರಿಭುಜದ ಕೋಣAಯು ಅಗಲವಾಗಿದ್ದರೆ, ಸ್ಕ್ರೂವಿನ ಅಂತರವೂ ದೊಡ್ಡದಾಗುತ್ತದೆ, ಇದು ಸಪುರವಾಗಿದ್ದರೆ, ಸ್ಕ್ರೂವಿನ ಅಂತರವೂ ಕಮ್ಮಿಯೆನಿಸುತ್ತದೆ. ಇನ್ನೂ ಸ್ಕ್ರೂವನ್ನು ಒಂದು ಬಾರಿ ಪೂರ್ತಿ ಸುತ್ತಿದಾಗ ಇದು ಮುಂದೆ, ಇಲ್ಲವೆ ಹಿಂದೆ ಸರಿಯುವುದು; ಇಂಥ ಸರಿಯುವಿಕೆಯ ದೂರವು ಸ್ಕ್ರೂವಿನ ಅಂತರಕ್ಕೆ ಸಮವೆನಿಸುತ್ತದೆ. ಇದು ಕಮ್ಮಿ ಇದ್ದಂತೆ, ನಾವು ಕಮ್ಮಿ ಯತ್ನದಿಂದ ಹೆಚ್ಚಿನಲೇ ಭಾರವನ್ನೆತ್ತಲು ಬರುತ್ತದೆ. ಇಷ್ಟು ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಸ್ಕ್ರೂವಿಗೆ l ಉದ್ದದ ಕ್ರ್ಯಾಂಕನ್ನು, ಇಲ್ಲವೆ ತಿರುಗಿಸಲನುಕೂಲವಾಗುವಂತೆ l ಉದ್ದದ ದಂಡವೊಂದನ್ನು ತಗಲಿಸಿದರೆ, ಒಂದು ಬಾರಿ ಸುತ್ತುವಾಗ ಇದರ ತುದಿಯು $2\pi l$ ದೂರ ಸರಿಯುತ್ತದೆ. ಸ್ಕ್ರೂವಿನ ಅಂತರವು p ಇದ್ದರೆ, ಆಗ ಇಂಥ ಸ್ಕ್ರೂ, ಕ್ರ್ಯಾಂಕ್‌ಗಳ

ಜೋಡಣೆಯಿಂದ ಒದಗುವ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಲಾಭವು $= \dfrac{\text{ಭಾರ}}{\text{ಯತ್ನ}} = \dfrac{2\pi l}{p}$. ಹೆಚ್ಚಿನ ಸ್ಕ್ರೂಗಳಲ್ಲಿ l, ತಾನು 25ರಿಂದ 50 ಸೆ.ಮೀ. ತನಕವಿದ್ದು $p = \frac{1}{20}$ ಸೆ. ಮೀ. ಇರುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆಂದಬಳಿಕ, ಯಾಂತ್ರಿಕ ಲಾಭವು ಸಾವಿರಗಟ್ಟಳೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಹೆಚ್ಚಿನ ನಿಖರತೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಕೆಳಗಿನ ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ.

ಪಿಚ್ ತಾನು $\frac{1}{8}''$ ಉಳ್ಳ ಸ್ಕ್ರೂವೊಂದಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ 10 ಅಡಿ ಉದ್ದದ ಕ್ರ್ಯಾಂಕನ್ನು ತಗಲಿಸಿದೆ. ಇಂಥ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಲಾಭವೆಷ್ಟು?



ಚಿತ್ರ 44: ಸ್ಕ್ರೂವಿನ ಕಾರ್ಯದ ವಿವರ

ಸ್ಕ್ರೂ ತಾನು $\frac{1}{8}$ ಇಂಚು ಮೇಲಕ್ಕೆ ಬರಬೇಕಾದರೆ ಕ್ರ್ಯಾಂಕು ತಾನು $2\pi \times 10 \times 12$ ಇಂಚು ದೂರ ಕ್ರಮಿಸಬೇಕು. ಅಂದರೆ, $E \times 2\pi \times 10 \times 12 = R \times \frac{1}{8}$

ಅಥವಾ, ಯಾಂತ್ರಿಕ ಲಾಭ $= \dfrac{R}{E} = 2\pi \times 12 \times 10 \times 8 \simeq 6029$

ಕೇವಲ 1 ಪೌಂಡು ಭಾರದ ಯತ್ನದಿಂದ ಸುಮಾರು 3 ಟನ್ (ಮೆಟ್ರಿಕ್ ಟನ್) ಭಾರವನ್ನೆತ್ತುವುದು ಅದ್ಭುತವಲ್ಲವೆ? 10 ಪೌಂಡು ಯತ್ನದಿಂದಲೋ 30 ಟನ್ ಭಾರವನ್ನೂ ಎತ್ತಬಲ್ಲೆವು!

ಕೀಲು (Wedge) ಚಿತ್ರ 45ರಲ್ಲಿ ಕೀಲನ್ನು ತೋರಲಾಗಿದೆ. ಇದು ಲೋಹ, ಇಲ್ಲವೆ ಮರದ ತೆಳ್ಳನಾದ ಮತ್ತು ಇಕ್ಕಡೆಗಳಲ್ಲೂ ಹರಿತವಾಗಿ ಬಾಗಿರುವ, ತುಂಡು. ಬಹಳ ತೆಳ್ಳನಾದ ವೆಜ್ ಆದರೋ ಹರಿತ ಕತ್ತಿಯ ಬಾಯಿಯಂತೆ – ಕತ್ತಿಯಂಚಿನಂತೆ – ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಚೂಪಾದ ಅಲಗು



ಚಿತ್ರ 45: ಕೀಲು (wedges)

(Knife edge) ಎನ್ನಲೂ ಬಹುದು. ಕೆತ್ತುವ, ಕಡಿಯುವ ಉಪಕರಣಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಇದು ಉಪಯುಕ್ತವಾಗುತ್ತಲಿದೆ. ಸಡಿಲಾದ ಎಡೆಗಳನ್ನು ಭದ್ರಗೊಳಿಸಲು ಕಿಟಕಿಗಳಲ್ಲೋ, ಬಾಗಿಲುಗಳಲ್ಲೋ ಇಂಥ

ಕೀಲುಗಳನ್ನೇ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಕಡಿಯುವ ಉಪಕರಣಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಇದರ ಕಾರ್ಯವೇ ಪೂರ್ಣ ಪ್ರಯೋಜನವನ್ನು ದೊರಕಿಸುವಂಥದು. ಮರದ ಕೆಲಸಗಳಲ್ಲಿ, ಲೋಹದ ಕೆತ್ತನೆ, ಕೊರೆಯುವಿಕೆ (Drilling), ಬೈರಿಗೆ ಮೊದಲಾದುವುಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಕೀಲಿನಿಂದ ಸಹಕಾರವನ್ನು ಪಡೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಹೆಚ್ಚೇಕೆ? ನಾವು ನಿತ್ಯವೂ ಹೊಲಿಯಲು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಸೂಜಿಯೂ ಕೂಡ ಒಂದು ಕೀಲು, ಎಂದರೆ, ಬಟ್ಟೆಗಳ ಉದ್ಯಮದಲ್ಲೂ ಕೀಲು ಎಷ್ಟು ಉಪಯುಕ್ತವಾಗಿದೆ ಎಂಬುದು ಹೊಳೆಯದಿರದು.

ಪುಸ್ತಕ 2

ಭಾಗ ಏಳು

ಉಷ್ಣ ಇಲ್ಲವೆ ಅಣುಗಳ (ಚಲನ) ಶಕ್ತಿ

ಅಣುಗಳ ಚಲನೆ......ಉಷ್ಣ ಮತ್ತು ಉಷ್ಣತೆ......ಉಷ್ಣತೆಯ ಅಳತೆ (ಸ್ಕೇಲ್) ಮಾನಗಳು ......ಚಾರ್ಲ್ಸ್‌ನ ನಿಯಮ......ಫೆರನ್ಹೈಟ್ ಮತ್ತು ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡ್ ಸ್ಕೇಲುಗಳ ತುಲನೆ...... ಉಷ್ಣದಿಂದ ವಸ್ತುಗಳ ವಿಕಾಸ, ವಿಸ್ತಾರ......ವಿಕಾಸಸೂಚಕಾಂಕ.........ಸೂಚಕಾಂಕಗಳ ಕೋಷ್ಟಕ......ನೀರು ಹೆಪ್ಪುಗಟ್ಟುವಿಕೆ......ಕ್ವಥನ......ನೀರು ಹೆಪ್ಪುಗಟ್ಟುವ ತನಕವೂ ಅದರ ಕ್ವಥನ......ಆವಿಯಾಗುವಿಕೆ (ಬಾಷ್ಪೀಕರಣ) ಆಸವನ......ಆರ್ದ್ರತೆ......ತುಷಾರ ಬಿಂದು......ಹಿಮಬಿಂದು......ಉಷ್ಣದ ಚಾಲನ (Conduction), ಉಷ್ಣದ ವಹನ (Convection)......ಮುಟ್ಟಿದಾಗ ಲೋಹಗಳು ಶೀತಲವಾಗಿ ಕಾಣುವುದೇತಕ್ಕೆ?...... ಉಷ್ಣ ವಿಕಿರಣ............ವಿಕಿರಣೋಷ್ಣದ ಪ್ರತಿಫಲನ (Reflection), ಶೋಷಣ ಗಳು (Absorption)...... ಉಣ್ಣೆಯು ಬೆಚ್ಚಗಿರಲು ಕಾರಣ......ಕಪ್ಪು ಬಣ್ಣ ಬೆಚ್ಚ ಗಾಗಿಯೂ, ಬಿಳೀ ಬಣ್ಣ ಶೀತಲವಾಗಿಯೂ ಇರುವಿಕೆ......ವಿಕಿರಣಮಾಪಕ......ಉಷ್ಣದ ಯಾಂತ್ರಿಕಸಾಮ್ಯ......ದ್ರವೀಕರಣ ಮತ್ತು ಬಾಷ್ಪೀಕರಣಗಳ ಗುಪ್ತೋಷ್ಣಗಳು...... ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣಗಳ ಕೋಷ್ಟಕ......

ಚಿಕ್ಕ ನಾಣ್ಯವೊಂದನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಬಲವಾಗಿ ಮರದ ಹಲಗೆಯ ಮೇಲೆ ಇತ್ತಿಂದತ್ತ, ಅತ್ತಿಂದಿತ್ತ, ಹತ್ತಿಪ್ಪತ್ತು ಬಾರಿ ಉಜ್ಜಿದಾಗ, ಅದು ಬಿಸಿಯೇರುತ್ತದೆ; ಹಿಡಿಯಲೂ ಕೂಡ ಆಗದಷ್ಟು ಬಿಸಿಯೇರುತ್ತದೆ.ಸರಿಗೆಯೊಂದನ್ನು ಬೇಗನೆ ಮೇಲಿಂದ ಕೆಳಗೆ, ಕೆಳಗಿನಿಂದ ಮೇಲೆ ಎಂಬಂತೆ, ಬಗ್ಗಿಸಿದರೂ, ಹೀಗೆಯೇ ಸರಿಗೆ ಬಿಸಿಯೇರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೇನು? ಈ ಎರಡು ಸನ್ನಿವೇಶಗಳಲ್ಲೂ ನಾವು ಘರ್ಷಣೆಗಿದಿರಾಗಿ ಬಲವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಿ ಭೌತಕಾರ್ಯವನ್ನೆಸಗಿರುವೆವು. ಈ ಕಾರ್ಯವೇ ಶಕ್ತಿಯೆನಿಸಿ ರೂಪಾಂತರ ಹೊಂದುತ್ತ, ಉಷ್ಣದ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾಗುತ್ತಿದೆ. ಮತ್ತೂ ವಿಶದವಾಗಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಹೊರಗಿನಿಂದ ನಡೆಸಿದ ಭೌತಕಾರ್ಯದ ಕಾರಣದಿಂದ ವಸ್ತು (ನಾಣ್ಯ ಇಲ್ಲವೆ ಸರಿಗೆ) ವಿನಲ್ಲಿನ ಅಣುಗಳು ಹೆಚ್ಚಿಗೆ ಶಕ್ತಿ ಪಡೆಯುತ್ತವೆ. ಈ ಶಕ್ತಿಯೇ ಉಷ್ಣದ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾಗುತ್ತದೆ.

ವೇಗವಾಗಿ ಧಾವಿಸುವ ಟ್ರೈನಿಗೆ ಬ್ರೇಕ್ ಹಾಕಿದಾಗಲೂ ಗಾಲಿಗಳು ಬಿಸಿಯೇರುತ್ತವೆ, ಗಾಲಿಗಳ ಸುತ್ತಲೂ ಹಾರುವ ಲೋಹದ ಕಿಡಿಗಳಿಂದಲೇ ಇದು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ. ಗಾಲಿಗಳಲ್ಲಿನ ಉಕ್ಕು ಬಿಸಿಯೇರಲು ಆದರೊಳಗಿನ ಅಣುಗಳ ಚಲನಶಕ್ತಿಯು ಹೆಚ್ಚಳವೇ ಕಾರಣವೆಂದು ಬೇರೆ ಹೇಳುವ ಅವಶ್ಯವಿಲ್ಲ. ಗಾಲಿಯು ಉಷ್ಣವೇರಿದಂತೆ ಬಿಸಿಯಾಗುತ್ತದೆ, ಇದರ ಉಷ್ಣತೆಯು ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಈ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ಇದು ತನ್ನ ಸುತ್ತಲೂ ವಿಕಿರಣವನ್ನು ಹರಡುತ್ತದೆ. ಈ ವಿಕಿರಣ (ಉಷ್ಣ) ರೂಪದ ಶಕ್ತಿಯಾದರೋ ನಷ್ಟವೇ ಆಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದೂ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿದೆ. ಟ್ರೈನನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸುವಾಗ ಉಷ್ಣವು ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ ಎಂದೆವಲ್ಲವೆ? ಉಷ್ಣರೂಪದ ಶಕ್ತಿಯೇ ಇದರ ರೂಪಾಂತರವೇ ಇದನ್ನು ಹೊರಡಿಸಲೂ ಅವಶ್ಯವಿದೆ ಎಂದ ಬಳಿಕ ಉಷ್ಣವು ಶಕ್ತಿಯು ಒಂದು ವಿಶಿಷ್ಟ ರೂಪವೆಂದು ಬೇರೆ ಹೇಳಬೇಕಿಲ್ಲವಷ್ಟೆ!

"ವಸ್ತುವಿನ ಶಾಖ (ಉಷ್ಣತೆ, temperature) ವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವುದೇ ಉಷ್ಣ" ಎಂದು ನಿಘಂಟುಗಳಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣದ ನಿರ್ವಚನವನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿರುತ್ತಾರೆ. ಇದೂ ಸರಿಯೇ. ಕಾರಣ, ತಾನು ಕೇವಲ

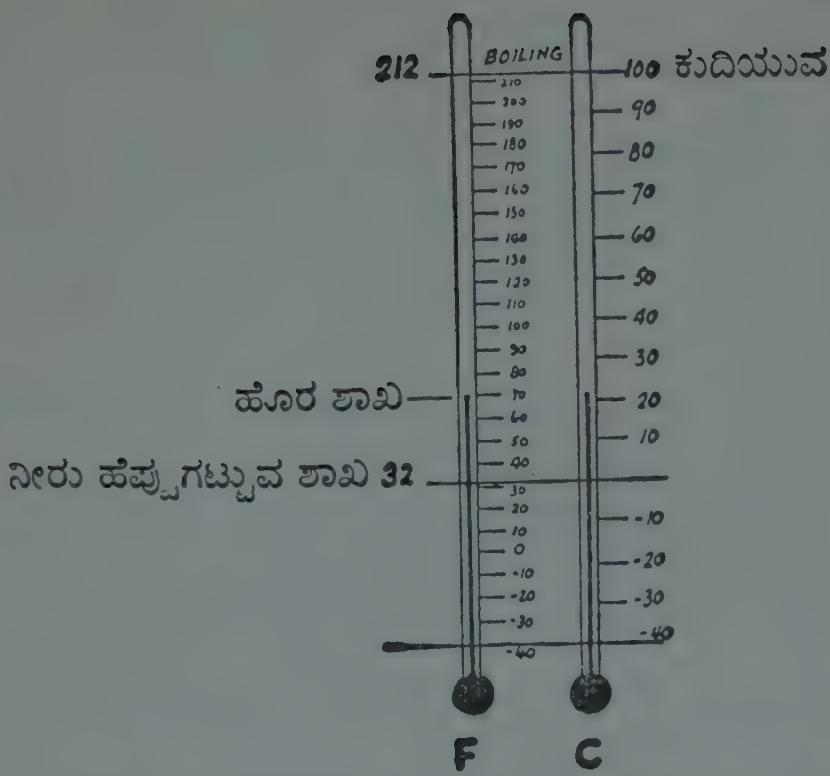
ಕೇವಲ ಶಕ್ತಿಯು ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಉಷ್ಣವು ಅಣುಗಳ ಚಲನಶಕ್ತಿಯ ಹೆಚ್ಚಳಕ್ಕೂ ಪ್ರೇರಕವಾದುದು.

ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಅಣುಗಳು ಆಂದೋಲಿತ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ನೀವು ಮರೆತಿಲ್ಲವಷ್ಟೆ! ಉಷ್ಣವೇರಿದಂತೆ ಅಣುಗಳ ಆಂದೋಲನದ ವಿಸ್ತಾರವೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ, ಚಲನಶಕ್ತಿಯೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಬಿಸಿಮಾಡುವುದೆಂದರೆ, ಅದಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚು ಉಷ್ಣವನ್ನೊದಗಿಸುತ್ತೇವೆ ಎಂದರ್ಥ. ಉಷ್ಣದ ದೆಸೆಯಿಂದ ಆ ವಸ್ತುವಿನ ಅಣುಗಳ ಚಲನಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಿ, ಅದು ಕಾವೇರುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತೇವೆ ಎಂದರ್ಥ.

ಉಷ್ಣ ಮತ್ತು ಉಷ್ಣತೆ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ (ತೂಕ) ಮತ್ತು ಭಾರಗಳ ನಿರ್ವಚನಗಳಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ಹಿಂದಿನ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಪರಿಶೀಲಿಸಿರುವಿರಷ್ಟೆ. ಅಂತೆಯೇ ಉಷ್ಣ ಮತ್ತು ಉಷ್ಣತೆಗಳ ವ್ಯಾಖ್ಯೆಯಲ್ಲೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿದೆ. ಆದರೆ ಈ ವ್ಯತ್ಯಾಸವೋ ಅತ್ಯಂತ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿದೆ. ಬೆಂಕಿ ಕಡ್ಡಿಯನ್ನು ಗೀರಿದಾಗ ಅದು ಉಷ್ಣತೆಯೇರಿ ಬೆಂಕಿ ಹಿಡಿದು, ಬೆಳಗುತ್ತದೆ. ಅಧಿಕ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಉರಿಯುವ ಈ ಕಿಚ್ಚನ್ನು ನಾವು ಬರಿಗೈಯಿಂದ ಮುಟ್ಟಬಲ್ಲೆವೆ? ಇಲ್ಲ. ಆದರೆ ಇದೇ ಕಡ್ಡಿಯು ಪೂರ್ತಿ ಉರಿದು ನಾವು ಪಡೆಯಬಹುದಾದ ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯಿಂದಲೋ ಒಂದು ತುಂಡು ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯನ್ನೂ ಕರಗಿಸಲಾರೆವು; ಅಷ್ಟು ಕಮ್ಮಿ ಉಷ್ಣವಿದೆ, ಇದರಲ್ಲಿ; ಆದರೂ, ಇದರ ಉಷ್ಣತೆಯು ಅತ್ಯಧಿಕವೇ. ಆದರೆ ಚಿಕ್ಕ ತೊಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಕುದಿಯುವ ನೀರನ್ನಷ್ಟು ತೆಗೆದುಕೊಂಡರೆ ಅದು ಸುಲಭವಾಗಿ ಮಂಜನ್ನು ಕರಗಿಸಬಲ್ಲುದು. ಆದರೆ, ಈ ಬಿಸಿ ನೀರಿನಲ್ಲಿನ ಉಷ್ಣವೋ ಬೆಂಕಿಕಡ್ಡಿಯ ಉಷ್ಣಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು, ಆದರೆ, ಅದರ ಉಷ್ಣತೆಯು ಕಮ್ಮಿ.

ಉಷ್ಣತೆಯ ಅಳತೆ ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕವನ್ನು ರಚಿಸಿದವರಲ್ಲಿ ಜರ್ಮನ್ ದೇಶದ ಗೇಬ್ರಿಯಲ್ ಫ್ಯಾರನ್ಹ್ಯಾಟ್ ಎಂಬ ಹದಿನೇಳನೆ ಶತಮಾನದ ವಿಜ್ಞಾನಿಯೇ ಮೊದಲಿಗನು. ಮಂಜನ್ನೂ ಉಪ್ಪನ್ನೂ ಬೆರಸಿ ಈತನು ಅತಿ ಶೀತಲ – ಸಾಮಾನ್ಯ ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಗಿಂತಲೂ ಶೀತಲವಾದ – ಕಮ್ಮಿ ಉಷ್ಣತೆಯ – ಮಿಶ್ರಣವೊಂದನ್ನು ರಚಿಸಿದನು. ಈತನ ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕದಲ್ಲಿ ಗಾಜಿನ ನಳಿಗೆ, ಕೆಳಗೆ ತುಸು ಅಗಲವಾದ ಬುರುಡೆಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಮತ್ತು ಪಾದರಸ ತುಂಬಿದ ಉಪಕರಣವಿದೆ. ಬುರುಡೆಯು ಬಿಸಿಯಾದೊಡನೆ, ರಸವು ಉಪಕರಣದ ಕಾಂಡದೊಳಗೆ ಮುಂದೆ, ಮುಂದಕ್ಕೆ ಓಡುವುದು. ಒಂದು ನಿಶ್ಚಿತ ಉಷ್ಣತೆಯ ಮಾನದಲ್ಲಿ, ಈ ಉಪಕರಣದಲ್ಲಿ ರಸಕಾಂಡದ ತುದಿಯು ನಿಶ್ಚಿತ ಸ್ಥಳದಲ್ಲೇ ನಿಂತುಬಿಡುವುದು. ಹಿಂದೆ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿದ ಮಂಜುಗಡ್ಡೆ ಮತ್ತು ಉಪ್ಪುಗಳ ಕಡು ಶೀತಲ ಸನ್ನಿವೇಶದಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕವನ್ನಿರಿಸಿದಾಗ, ರಸಕಾಂಡದ ತುದಿಯು ನಿಂತ ಭಾಗವನ್ನು ಈತನು 0° (ಡಿಗ್ರಿ) ಎಂತಲೂ, ಮುಂದೆ ಶುದ್ಧ ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯು ಕರಗುವ ಶೀತಲ ಸನ್ನಿವೇಶದಲ್ಲಿಟ್ಟಾಗ ರಸವು ತೋರುವ ಕಾಂಡದಲ್ಲಿನ ಭಾಗವನ್ನು 32 ಡಿಗ್ರಿಗಳೆಂತಲೂ, ಮುಂದೆ ಶುದ್ಧ ನೀರು ಕ್ವಥನ ಹೊಂದುವ (Boil) ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು 212 ಡಿಗ್ರಿಗಳೆಂತಲೂ ಕರೆದನು.

ಫ್ಯಾರಾನ್ಹ್ಯಾಟ್ ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕದಲ್ಲಿ ಮಂಜು ಕರಗುವ ಉಷ್ಣತೆಯು 32°F ಶುದ್ಧ ನೀರು ಕ್ವಥನ ಹೊಂದುವ (ಕುದಿಯುವ–Boiling) ಬಿಂದುವು 212°F. ಇದು ಸ್ವಲ್ಪ ಕಷ್ಟತರದ ಎಣಿಕೆಯೆಂದು ಭಾವಿಸಿದ ಸ್ವೀಡನ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಆಂಡ್ರೆ ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ಎಂಬವನು 1742 ರಲ್ಲಿ ಮೇಲಿನ ಉಷ್ಣತೆಯ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳನ್ನು 0°C ಮತ್ತು 100°C ಎಂದು ಸೂಚಿಸಿಕೊಂಡನು. ಇದರ ಪ್ರಕಾರ 1°C ಉಷ್ಣತೆಯ ಮಾನವೆಂದರೆ, ಈ ಎರಡು ಉಷ್ಣತೆಗಳ ಅಂತರದ $\frac{1}{100}$ ರಷ್ಟು. ಇದನ್ನು ಇಂದಿಗೂ ಸಾರ್ವತ್ರಿಕವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ; ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡ್ ಉಷ್ಣತೆಯ ಸ್ಕೇಲು ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಇವೆರಡು ಸ್ಕೇಲ್‌ಗಳನ್ನೂ ಚಿತ್ರ 46 ರಲ್ಲಿ ತೋರಲಾಗಿದೆ. ಇಂದಿನ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡ್



ಚಿತ್ರ 46: ಫ್ಯಾರನ್ಹ್ಯಾಟ್ ಮತ್ತು ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ಸ್ಕೇಲುಗಳ ತುಲನೆ.

ಮಾನದಲ್ಲೇ ಅಳೆಯುತ್ತಾರೆ. ಇಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಇನ್ನು ಮುಂದೆ ಈ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನಂಶ ಈ ಮಾನವನ್ನೇ ಉಪಯೋಗಿಸಿರುವೆವು. 100 ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡ್ $=180$ ಡಿಗ್ರಿ ಫಾರನ್ಹ್ಯಾಟ್ ಎಂದರೆ, $1^{\circ}F = \frac{5}{9}{}^{\circ}C$; ಎಂದರ್ಥ. ಇಲ್ಲವೆ, $1^{\circ}C = \frac{9}{5}{}^{\circ}F$ ಎಂದರ್ಥ.

ಚಾರ್ಲ್ಸ್‌ನ ನಿಯಮ ಫ್ರೆಂಚ್ ದೇಶದ ಚಾರ್ಲ್ಸ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಅನಿಲಗಳನ್ನು ಬಿಸಿಮಾಡಿದಾಗ, ಅವು ಹೇಗೆ ವಿಕಾಸ ಹೊಂದುತ್ತವೆ ಎಂದು ಪರೀಕ್ಷಿಸುತ್ತಲಿದ್ದನು. ಒಂದಷ್ಟು ಅನಿಲದ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಸ್ಥಿರವಾಗಿರಿಸಿದಾಗ, ಉಷ್ಣವನ್ನೊದಗಿಸಿದಂತೆ, ಅನಿಲವು ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ವಿಸ್ತಾರಹೊಂದುತ್ತದೆಂತಲೂ, ಅದರ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಸ್ಥಿರವಾಗಿಟ್ಟಾಗ, ಅದು ತೋರುವ ಒತ್ತಡವು ಉಷ್ಣತೆಯೊಡನೆಯೇ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆಂತಲೂ ಈತನು ತೋರಿಸಿದನಲ್ಲದೆ, ಪ್ರತಿ ಅನಿಲವೂ ತಾನು $0^{\circ}C$ ಲ್ಲಿ ತುಂಬುವ ಅವಕಾಶದ $\frac{1}{273}$ ಅಂಶದಷ್ಟು ವಿಕಾಸವನ್ನು ಪ್ರತಿ ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡ್ ಡಿಗ್ರಿ ಉಷ್ಣತೆಯ ಹೆಚ್ಚಳಕ್ಕೂ ತೋರುತ್ತದೆಂಬುದನ್ನೂ ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. (ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಒತ್ತಡವು ಸ್ಥಿರವಾಗಿರತಕ್ಕದ್ದು ಎಂಬುದನ್ನು ಮರೆಯಬಾರದು). ಉಷ್ಣವೇರಿದಂತೆ, ವಿಕಾಸ ಹೊಂದುವ ಅನಿಲವೋ ಉಷ್ಣವು ಕಮ್ಮಿಯಾದಂತೆ ಕುಗ್ಗಬೇಕಷ್ಟೆ. ಹೀಗೆಂದಬಳಿಕ -273° ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡನ್ನು ನಾವು ಮುಟ್ಟಬಹುದಾದರೆ, ಅಷ್ಟು ಕಮ್ಮಿ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನೊದಗಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲೆವಾದರೆ, ಅದರ ಗಾತ್ರವು ಶೂನ್ಯವೆನಿಸಬೇಕು, ಅಂದರೆ, ಅನಿಲವು ಇರಲೊಲ್ಲದು ಎಂದೇ ಅರ್ಥ.

ಅನೇಕ ಅನಿಲಗಳಾದರೋ ಇದಕ್ಕೆ ಮುಂಚಿತವಾಗಿಯೇ, ಅಂದರೆ $-273^{\circ}C$ ಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲೇ ದ್ರವರೂಪದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ. $-270^{\circ}C$ ರತನಕ ಹಲವು ಅನಿಲಗಳನ್ನು ಶೀತಲೀಕರಿಸಲಾಗಿದ್ದರೂ ಇನ್ನೂ -273°,2C (ಇದು ನಿಜಕ್ಕಾದರೂ– 273.2C,–273 ಅಲ್ಲ) ತನಕ ಶೀತಲೀಕರಿಸಲ್ಪಡಬಹುದಾದ ಅನಿಲವು ಯಾವುದೂ ದೊರಕಿಲ್ಲ.

ಈ ನಿರಪೇಕ್ಷ ಸ್ಕೇಲಿನ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡಾಗ, ಚಾರ್ಲ್ಸನ ನಿಯಮವನ್ನು ಹೀಗೆ ಹೇಳಬಹುದು: "ಒತ್ತಡವು ಸ್ಥಿರವಿರುವಾಗ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಪಡೆದ ಅನಿಲವೊಂದರ ಗಾತ್ರವು ಆದರ ನಿರಪೇಕ್ಷ ಉಷ್ಣತೆಗೆ ಅನುಪಾತಿಕವಾಗಿದೆ."

ನಿರಪೇಕ್ಷಶೂನ್ಯ ಡಿಗ್ರಿಯ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯವೊಂದಿದೆ. ಇದರ ಕೆಳಗೆ ಯಾವ ಉಷ್ಣತೆಯೂ ಇಲ್ಲ. ಅಧಿಕೋಷ್ಣತೆಗೇನೂ ಮಿತಿಯು ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಅಂದರೆ, ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಕನಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣತೆಗೆ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಮಿತಿ ಇದ್ದೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಇದೇ $0°A$ ಇಲ್ಲವೆ $-273.2°C$ ಸಮನಾದುದು. ಇದೇ ಶೂನ್ಯ ಡಿಗ್ರಿ ನಿರಪೇಕ್ಷ.

ಉಷ್ಣತೆಗಳ ಪರಿವರ್ತನೆ ಚಿತ್ರ 49ರಲ್ಲಿ $-40°$ ಡಿಗ್ರಿಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡೂ ಮಾಪಕಗಳು ಒಂದುಗೂಡುತ್ತವೆ. ಅಥವಾ, ಒಂದೇ ಉಷ್ಣಮಾಪಕದಲ್ಲಿ ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡ್ ಮತ್ತು ಫಾರನ್ಹ್ಯಾಟ್ ಮಾನಗಳೆರಡನ್ನು ಗುರುತಿಸಿದರೆ, ಇವೆರಡರಲ್ಲೂ ಒಂದೇ ಅಳತೆಯೆಂದರೆ $-40°C$ ಇಲ್ಲವೆ $-40°F$. ಹಾಗಾದರೆ, ಒಂದು ಸ್ಕೇಲಿನ ಅಳತೆಗೆ 40 ಕೂಡಿಸಿ ಅದನ್ನು $\frac{5}{9}$ ರಿಂದಲಾಗಲೀ $\frac{9}{5}$ ರಿಂದಲಾಗಲೀ ಗುಣಿಸಿ 40 ಕಳೆದರೆ, ಇನ್ನೊಂದು ಸ್ಕೇಲಿನ ಬೆಲೆ ಲಭಿಸುವುದು. ಕಾರಣ $1°C = \frac{9}{5}°F$ ಮತ್ತು $1°F = \frac{5}{9}°C$

ಉದಾಹರಣೆಗೆ:— (i) $32°F = \ ?°C \quad 32 + 40 = 72;$
$72 \times \frac{5}{9} = 40;$
$40—40° = 0°C$
$\therefore\ 32°F = 0°C$, ಉತ್ತರ.

ಉದಾಹರಣೆಗೆ:— (ii) $100°C = \ ?\ °F \quad 100 + 40 = 140;$
$140 \times \frac{9}{5} = 252;$
$252—40 = 212;$
$\therefore\ 100°C = 212°F$, ಉತ್ತರ.

ಉದಾಹರಣೆಗೆ:— (iii) $86°F = \ ?\ °C \quad 86 + 40 = 126;$
$126 \times \frac{5}{9} = 70;$
$70—40 = 30;$
$\therefore\ 86°F° = 30°C$, ಉತ್ತರ.

ಉಷ್ಣದಿಂದ ವಸ್ತುಗಳ ವಿಕಾಸ ಉಷ್ಣವನ್ನೊದಗಿಸಿದರೆ ವಸ್ತುಗಳು ವಿಕಾಸಹೊಂದುತ್ತವೆ. ಉಷ್ಣವನ್ನು ಹೀರಿದರೆ, ಅವು ಕುಗ್ಗುತ್ತವೆ, ಸಂಕೋಚಹೊಂದುತ್ತವೆ ಎಂಬುದು ಹಿಂದಿನಿಂದಲೂ ತಿಳಿದು ಬಂದ ವಿಷಯವೇ ಆಗಿತ್ತು. ಅದನ್ನು ವಸ್ತುವಿನ ವಿಚಿತ್ರ ಧರ್ಮವೆಂದೂ ತಿಳಿಯಲಾಗಿತ್ತು. ರೈಲು ಹಾದಿಯನ್ನು ಬೇಸಗೆಯಲ್ಲೂ, ಕಡು ಚಳಿಗಾಲದಲ್ಲೂ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿರಿ. ಬೇಸಗೆಯಲ್ಲಿ ಅನುಕ್ರಮವಾದ ಹಳಿಗಳು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ತಗಲಿಕೊಂಡಿದ್ದರೂ, ಚಳಿಗಾಲದಲ್ಲಿ ಇಂಥವುಗಳ ನಡುವೆ ತುಸುವೇ ಆದರೂ ಸ್ಪಷ್ಟವಾದ ಅಂತರವು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಚಳಿಗಾಲದ ಹವೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದಷ್ಟು ಉದ್ದವಿದ್ದ ಹಳಿಯು ಬೇಸಗೆಯ ಸೂರ್ಯನ ಕಾವಿನಿಂದ ಹಿಗ್ಗಿ ಹೆಚ್ಚು ಉದ್ದಕ್ಕೆ ಚಾಚುವುದೇ ಅನುಕ್ರಮವಾದ ಎರಡು ಹಳಿಗಳ ನಡುವಣ ಅಂತರವು ಬೇಸಗೆಯಲ್ಲಿ ಕಮ್ಮಿಯಾಗುವುದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ. ಹೀಗೆಯೇ ಉಕ್ಕಿನ ಕಮಾನುಗಳನ್ನೋ,ತೊಲೆಗಳನ್ನೋ ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಸೇತುವೆಗಳನ್ನು ಕಟ್ಟುವಾಗ, ಅನುಕ್ರಮವಾದ ತೊಲೆಗಳ ನಡುವೆ ಒಂದಷ್ಟು ಜಾಗವನ್ನು ಬಿಡಬೇಕು. ಹೀಗೆ ಮಾಡದೆಹೋದರೆ, ಬೇಸಗೆಯಲ್ಲಿ ಇವು ಕೂಡುವಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಬಲದಿಂದ

ಇವು ಒಂದನ್ನೊಂದು ಅಮುಕುತ್ತ ಆಕುಂಚನಗೊಳ್ಳಬಹುದು. ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಜಾಗವನ್ನು ಹೀಗೆ ಬಿಟ್ಟರೂ ಚಳಿಗಾಲದಲ್ಲಿ ದೂರ ಸರಿದು ಜಾರಿಬಿಡಬಹುದು. ಆದ್ದರಿಂದ ಇಂಥ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಲೆಕ್ಕಿಸಿಯೇ, ತೊಲೆಗಳ ನಡುವೆ, ತಕ್ಕ ಅಂತರವನ್ನು ಬಿಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ವಿಕಾಸ, ಸಂಕೋಚಗಳ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿನ ಅಮುಕಾಟವೋ, ಅತಿ ಬಲವಾಗಿರುತ್ತದೆಂಬುದಕ್ಕೆ ಈ ಕೆಳಗಿನ ನಿದರ್ಶನವೇ ಸಾಕ್ಷಿ. ಚಿಕ್ಕ ಕಬ್ಬಿಣದ ಚಿಪ್ಪಿನೊಳಗೆ ಒಂದಷ್ಟು ನೀರನ್ನು ಹೆಪ್ಪುಗಡಲು ಬಿಡಿರಿ. ನೀರು ಹೆಪ್ಪುಗಟ್ಟುವಾಗ ವಿಕಾಸಹೊಂದುತ್ತದೆ, ಹೀಗೆ ವಿಕಾಸ ಹೊಂದುವ ವೇಳೆ, ಇದು ತಳ್ಳುವ ಬಲದಿಂದ ಚಿಪ್ಪು ಒಡೆದು ಹೋಗುವದಿದೆ. ಗಾಜಿನ ಜಾಡಿಗಳ ಲೋಹದ ಮುಚ್ಚಳವನ್ನು ಬಿಸಿನೀರಲ್ಲದ್ದಿ ತೆಗೆಯುವುದು ಸುಲಭವೇ; ಕಾರಣ, ಜಾಡಿಗಳಲ್ಲಿನ ಲೋಹವು ಗಾಜಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ವಿಕಾಸ ಹೊಂದುವಂಥದು; ಇದು ವಿಕಾಸಹೊಂದುತ್ತ, ಮುಚ್ಚಳವು ಬಾಯಿಯಿಂದ ಕದಲುವುದು.

ಲೋಹಗಳೋ ಶಿಲೆಗಳಿಗಿಂತ, ಇಲ್ಲವೆ ಖನಿಜಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ವಿಕಾಸಹೊಂದುವಂಥವು. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಹೆಚ್ಚು ಬೆಲೆಬಾಳುವ ವಾಚುಗಳಲ್ಲಿ ಖನಿಜಗಳ ಸಂಪರ್ಕಬಿಂದುಗಳನ್ನೇ ಅಳವಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಾರೆ.

ವಿಕಾಸ ಸೂಚಕಾಂಕ ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತುಗಳು ಉಷ್ಣದಿಂದಾಗಿ ವಿಕಾಸ ಹೊಂದುವುವು, ಉದ್ದ, ಅಗಲ, ದಪ್ಪಗಳಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲೂ ಹೆಚ್ಚಳವನ್ನು ತೋರುವುವು. ಏಕಮಾನ ಉದ್ದದ ಗಟ್ಟಿವಸ್ತು 1°C ಉಷ್ಣತೆಯ ಹೆಚ್ಚಳದ ದೆಸೆಯಿಂದ ತೋರುವ ಉದ್ದದ ಹೆಚ್ಚಳವು ಎಲ್ಲ ವಸ್ತುಗಳಿಗೂ ಒಂದೇ ತೆರನಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಕೆಲವು ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಇದು ಹೆಚ್ಚು, ಇನ್ನೂ ಕೆಲವು ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಕಮ್ಮಿ. ಇದನ್ನು ಉದ್ದದ ವಿಕಾಸಾಂಕವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಉಕ್ಕಿನ ಉದ್ದ ವಿಕಾಸಾಂಕವು .000011 ಎಂದರೆ 1 ಸೆ.ಮೀ. ಉದ್ದದ ಉಕ್ಕಿನ ಸರಳು ತನ್ನ ಶಾಖ 1°C ಹೆಚ್ಚುವಷ್ಟರ ಉಷ್ಣದಿಂದಾಗಿ 1.000011 ಸೆ.ಮೀ. ಉದ್ದವಾಗುತ್ತದೆ ಎಂದರ್ಥ. ಹಾಗೆಂದ ಬಳಿಕ 0°C ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ 30 ಅಡಿ ಉದ್ದವಿರುವ ರೈಲು ಹಳಿಯ ಉಷ್ಣತೆಯು 50°C ಆದಾಗ ಎಷ್ಟು ಉದ್ದವಿರುತ್ತದೆ ಎಂದರೆ, 30 ಅಡಿ $+ 30 \times .000011 \times 50 = 30.016$ ಅಡಿ. ಸಾಮಾನ್ಯ 32°F ನಲ್ಲಿದ್ದುದಕ್ಕಿಂತ $\frac{1}{4}''$ನಷ್ಟಾದರೂ ಉದ್ದದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಳವನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯ ರೈಲುಹಳಿಯೊಂದು 122°F ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ತೋರುತ್ತದೆ.

ಉದ್ದ ವಿಕಾಸಾಂಕಗಳ ಕೋಷ್ಟಕ

ಪದಾರ್ಥ	ಸೆಮೀ./ °C /ಸೆಮೀ. ಉದ್ದ	ಪದಾರ್ಥ	ಸೆಮೀ./°C /ಸೆಮೀ. ಉದ್ದ
ಅಲ್ಯುಮಿನಿಯಂ	.000026	ಕಬ್ಬಿಣ	.000012
ಹಿತ್ತಾಳೆ	.000019	ಗ್ಲಾಸು	.000009
ಉಕ್ಕು	.000011		

ಅಲ್ಯುಮಿನಿಯಮ್, ಉಕ್ಕುಗಳ ವಿಕಾಸಾಂಕಗಳು ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿವೆ. ಹೀಗಿರುವ ಕಾರಣ, ಉಕ್ಕಿನ ಪಟ್ಟಿಯೊಂದನ್ನು ಅಲ್ಯುಮಿನಿಯಂ ಪಟ್ಟಿಯೊಡನೆ ಸೇರಿಸಿ (ಜೊತೆಗೂಡಿಸಿ) ಬೆಂಕಿಯಲ್ಲಿ ಕಾಯಿಸಿದರೆ, ಇದು ತನ್ನಷ್ಟಕ್ಕೇ ವಕ್ರಿಸುತ್ತದೆ, ಇಂಥ ವಕ್ರಿಸುವಿಕೆಯನ್ನಾಧರಿಸಿಯೂ ಉಷ್ಣತೆಗಳನ್ನಳೆಯುವುದಿದೆ. ವಕ್ರಿಸುವ ಪಟ್ಟಿಗೆ ತಕ್ಕ ಸೂಚಕವೊಂದನ್ನು ಪಲವು ಕಚ್ಚುಗಾಲಿಗಳ ಮೂಲಕ, ಇಲ್ಲವೆ ಸನ್ನೆಗಳ ಮೂಲಕ ಜೋಡಿಸಿ, ಅವುಗಳ ತುತ್ತತುದಿಯಲ್ಲಿ ಸೂಚಕವೊಂದನ್ನು ಅನೇಕ ಗುರುತುಗಳನ್ನು ಮಾಡಿರುವ ಡಾಯಲಿನ (Dial) ಮುಂದೆ ಹಾಯಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಗುರುತುಗಳು ಉಷ್ಣತಾಸೂಚಕಾಂಕಗಳಿರುತ್ತವೆ. ದಪ್ಪನಾದ ಗಾಜಿನ ಪಾತ್ರೆಯೊಳಗೆ ಕುದಿಯುವ ನೀರನ್ನು ಚಿಮುಕಿಸಿದರೆ ನೀರು ಬಿದ್ದಲ್ಲಿ ಒಳಗೆ ಪಾತ್ರವು ಬಿರಿಯುವುದು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ; ಕಾರಣ, ಕುದಿಯುವ ನೀರು ಬಿದ್ದಲ್ಲಿ ಗಾಜು ವಿಸ್ತರಿಸಿ,

ಉಳಿದ ತಣ್ಣಗಿರುವ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಅದು ಹಾಗೆಯೇ ಉಳಿಯುವ ನಿಮಿತ್ತ ಗಾಜಿನ ಪಾತ್ರವು ಒಡೆಯುವುದು. ಗಾಜಿನ ಪಾತ್ರೆಯು ದಪ್ಪವಿದ್ದಷ್ಟು ಇಂಥ ಬಿರಿಯುವಿಕೆಯು ಸಹಜವೆನಿಸುತ್ತದೆ.

ನೀರು ಹೆಪ್ಪುಗಟ್ಟುವುದು ಹೇಗೆ? 1 ಗ್ರ್ಯಾಂ ನೀರು 39°.2F ಇಲ್ಲವೆ 4°C ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ 1 ಘನ ಸೆ.ಮೀ. ಗಾತ್ರವುಳ್ಳದ್ದು. ಅಂದರೆ 4°Cಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ನೀರಿನ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ಘನ ಸೆ.ಮೀ. 1ರ 1 ಗ್ರ್ಯಾಂ ಎಂದರ್ಥ. ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಿದರೂ, ಕಮ್ಮಿ ಮಾಡಿದರೂ ನೀರು ಉಬ್ಬುತ್ತದೆ, ವಿಕಾಸ ಹೊಂದುತ್ತದೆ, ಮತ್ತು ಅದರ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ಕಮ್ಮಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಬೆಚ್ಚಗಿನ ನೀರಿನ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ತಣ್ಣೀರಿನ ಸಾಂದ್ರತೆಗಿಂತ ಕಮ್ಮಿ. ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ಘನ ಸೆ.ಮೀ. 1ರ 0.92 ಗ್ರ್ಯಾಂ. 4°C ಉಷ್ಣತೆಯು ನೀರಿನ ಅಧಿಕತಮ (Maximum) ಸಾಂದ್ರತೆಯ ಉಷ್ಣತೆಯೆನಿಸುತ್ತದೆ.

ಜಲಾಶಯಗಳಲ್ಲಿ, ಸಾಗರಗಳಲ್ಲಿ ನೀರು ಮಂಜಾಗಿ ಗಟ್ಟಿಯಾಗುವ ಮೊದಲು 4°Cಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಹಾದು ಹೋಗಬೇಕಷ್ಟೇ. ಈ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ನೀರು ಭಾರತಮವಿದ್ದು ಕೆಳಗೆ ಸರಿದು ನಿಂತು ಬಿಡುವುದು. ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣತೆಯು ಮತ್ತೂ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತ, ಇದು ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ವಿರಳ (ಸಾಂದ್ರ $><$ ವಿರಳ, Less dense)ವಾಗಿಯೂ ಇರುವ ಕಾರಣ, ಕಮ್ಮಿ ಉಷ್ಣತೆಯ ನೀರು ಮತ್ತು ಮಂಜುಗಡ್ಡೆ ಇವು ನೀರಿನ ಮೇಲೆ ತೇಲುವುವು. ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯೋ ಉಷ್ಣ ವಾ ಶೀತದ ಅತಿ ದುರ್ಬಲ ಚಾಲಕ (Conductor)ವಿರುವ ಕಾರಣದಿಂದಲೂ ಮತ್ತು ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲೇ ಇದು ತೇಲುತ್ತಲಿರುವುದರಿಂದಲೂ ಜಲಾಶಯಗಳ ನೀರು ಎಂಥ ಕಡು ಚಳಿಯಲ್ಲೂ ಕೆಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ಜಲಚರಗಳು ಜೀವಿಸಲಾರದಷ್ಟು ಕಮ್ಮಿ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಮುಟ್ಟುವುದೇ ಇಲ್ಲ. ಅತಿ ಕೆಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ನೀರು 4°C ಯಲ್ಲೇ ಉಳಿದುಬಿಡುತ್ತದೆ. ಹೆಪ್ಪುಗಟ್ಟುವಿಕೆಯಾದರೋ ಈ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ಮೇಲಿನಿಂದ ಆರಂಭಿಸುತ್ತ, ಕೆಳಮುಖವಾಗಿ ಪಸರಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ವಿಚಿತ್ರಕ್ಕಾದರೋ ನೀರು ಹೆಪ್ಪುಗಟ್ಟುವಾಗ ತಾನು ಉಬ್ಬುವುದೇ ಕಾರಣ.

ಒತ್ತಡವು ಅವಶ್ಯವಾಗಿಯೂ ಯಾವುದನ್ನೂ ಅಮುಕುತ್ತ ಸಂಕೋಚಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗಿದ್ದ ಬಳಿಕ ಅಮುಕಾಟದ ಫಲವಾಗಿ ನೀರು ಹೆಪ್ಪುಗಟ್ಟಲಾರದು ಎನ್ನುವುದೂ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ, ಕಾರಣ ಹೆಪ್ಪುಗಟ್ಟುವುದರಿಂದ ಇದು ಹಿಗ್ಗುತ್ತದೆಯಷ್ಟೆ. ಇದರಿಂದ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುವ ಅಂಶವಿದು. ಅಮುಕಾಟವು, ನೀರಿನ ಮೇಲೊತ್ತಡವು ಹೆಚ್ಚಿದರೆ, ಅದು 0°C ಲ್ಲಿ ಹೆಪ್ಪುಗಟ್ಟುವುದಿಲ್ಲ. ಅಥವಾ ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯ ಮೇಲೆ ಬಲವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸುವುದರಿಂದಲೋ ಅದು ಕರಗಿ ನೀರಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಮಾತಿನ ಸತ್ಯವನ್ನೋ ಸ್ಕೇಟಿಂಗ್‌ನಲ್ಲಿ (Skating)–ಮಂಜು–ಐಸ್‌ನ ಹಾಳೆಗಳ ಮೇಲೆ ಓಡುವಾಗ, ಜಾರುವಾಗಿನ ಆಟದಲ್ಲಿ ಕಾಣಬಹುದು. ಸ್ಕೇಟಿಂಗ್ ಬೂಟುಗಳಿಂದ ಐಸನ್ನು ಒತ್ತಿದೊಡನೆ ಅಲ್ಲೇ ಗಟ್ಟಿಯಾಗಿರುವ ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯು ಕರಗುತ್ತ ಬೂಟ್ಸುಗಳ ಮತ್ತು ನೆಲದ ನಡುವೆ ತೆಳ್ಳನಾದ ನೀರಿನ ಪಟಲವೊಂದು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಇದು ಆಟಗಾರನು ಜಾರಲು ಬಹಳ ಸಹಕಾರಿಯಾಗಿದೆ, – ಇದು ಅತ್ಯಂತ ಕಡಿಮೆ ಘರ್ಷಣೆಯನ್ನೊದಗಿಸುತ್ತ ಸುಲಭವಾಗಿ ಇದರಲ್ಲಿ ಜಾರುತ್ತ, ಆಟಗಾರ ಮುಂಬರಿಯಬಹುದು. ಆತನು ಜಾರಿ ಮುಂಬರಿದೊಡನೆ, ಅಲ್ಲಿನ ಒತ್ತಡವು ಕಡಿಮೆಯಾಗುವ ನಿಮಿತ್ತ, ಪುನಃ ನೀರು ಹೆಪ್ಪುಗಟ್ಟುತ್ತ ಅಲ್ಲಿ ಹಿಂದಿನಂತೆಯೇ ಮಂಜುಗಡ್ಡೆ ಕಾಣಿಸುವುದು. ಇದನ್ನು ಅಂದರೆ, ಒತ್ತಡದ ದೆಸೆಯಿಂದ ಮಂಜು ಕರಗುವುದನ್ನು, ಹಾಗೆಯೇ ಒತ್ತಡ ತಪ್ಪಿದಾಗ ಪುನಃ ಮಂಜಗಟ್ಟಿಯಾಗುವುದನ್ನು, ಪುನರ್ಹಿಮಾಯನ (Regelation) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ದೊಡ್ಡ ಐಸಿನ ತುಂಡಿನ ಮೇಲೆ ಎರಡು ತುದಿಗಳಲ್ಲೂ ಸಮನಾದ ಭಾರಗಳ ಪಡಿಗಳನ್ನು ತೂಗಿಸಿದ ಸರಿಗೆಯೊಂದನ್ನು ಇಡಿರಿ. ಆ ಸರಿಗೆಯು ಐಸ್‌ನ ತುಂಡಿನೊಳಗೆ ಜಾರಿ ನುಸುಳುತ್ತ ಆಚೆ ಮಗ್ಗುಲಲ್ಲಿ ಕೆಳಗೆ ಜಾರಿಬಿಡುತ್ತದೆ, ಕೆಳಗೆ ದೊಪ್ಪನೆ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಆದರೂ ಐಸ್‌ನ ತುಂಡು ಎರಡು ಹೋಳಾಗುವುದಿಲ್ಲ, ಹಿಂದಿನಂತೆಯೇ ಅದು ಜೋಡಿಸಿಕೊಂಡೇ ಇದ್ದು ಬಿಡುತ್ತದೆ.

ಐಸ್‌ನ ಮೇಲೆ ಉಪ್ಪಿನಹರಳುಗಳನ್ನು ಚೆಲ್ಲಿರಿ. ಆಗಲೂ ಅದು ಕರಗುತ್ತದೆ, ಐಸ್ ಕರಗಿ ನೀರಾಗುತ್ತದೆ. ರಸ್ತೆಯ ಇಕ್ಕಡೆಗಳಲ್ಲೂ ಮನೆಯ ಮುಂದೆ ರಾತ್ರೆ ಬಿದ್ದ ಐಸನ್ನು ಕರಗಿಸಲು ಇದೇ ಉಪಾಯವನ್ನು ಮಾಡುವುದಿದೆ. ಇರಲಿ, ಉಪ್ಪು ಸಿಂಚನ ಮಾಡಿದೊಡನೆ ಐಸ್ ಏತಕ್ಕೆ ಕರಗಬೇಕು? ದ್ರಾವಣವು ಯಾವುದೇ ಇರಲಿ, ಇದರಲ್ಲಿ ಇನ್ನೊಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಕರಗಿಸಿದರೆ, ದ್ರಾವಣದ ಕ್ವಥನಬಿಂದುವು ಹೆಚ್ಚುವುದು, ಹಾಗೆಯೇ ಇದು ಘನೀಕರಿಸುವ ಬಿಂದುವು (ಉಷ್ಣತೆಯೂ) ತಗ್ಗುವುದು. ಇದು ಸಾಮಾನ್ಯ ನಿಯಮ. ಉಪ್ಪುನೀರಿಗೂ ಇದೇ ಮಾತು ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತದೆ. ಮಂಜು ನೆಲದ ಮೇಲೆ ಕವಿದಿದ್ದಾಗ ವಾತಾವರಣದ ಉಷ್ಣತೆಯು 0°Cಇರುವುದಿಲ್ಲ; ಅನೇಕ ವೇಳೆ ಇದು ತುಸು ಹೆಚ್ಚಿರುತ್ತದೆ; ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ಮಂಜು ಕವಿದಿರುವಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ತೆಳ್ಳನಾದ ನೀರಿನ ಪಟಲವು (film) ಇದ್ದೇ ಇರುವುದು. ಉಪ್ಪನ್ನು ಇದರ ಮೇಲೆ ಚಿಮುಕಿಸಿದೊಡನೆ, ಇದರ ಘನೀಭವನ ಉಷ್ಣತೆಯು ಮತ್ತೂ ಕುಗ್ಗುವುದು, ಅಂದರೆ, ಮಂಜು ಕರಗಿ ನೀರಾಗುವುದು. ಉಪ್ಪನ್ನು ಚೆಲ್ಲುತ್ತಾ ಹೋದಂತೆ, ಈ ದ್ರಾವಣವೆಲ್ಲಾದರೂ ಸಂತೃಪ್ತ ದ್ರಾವಣವಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸಿದರೆ, ಆಗ ನೀರು ಹೆಪ್ಪುಗಟ್ಟುವ ಉಷ್ಣತೆಯು –21°C ಆಗಿಬಿಡುತ್ತದೆ, ಅಂದರೆ, ಫಕ್ಕನೆ ಈ ನೀರು ಪುನಃ ಹೆಪ್ಪುಗಟ್ಟುವ ಸಂಭವವು ಕಡಿಮೆಯೇ. ಇದೇ ತತ್ವವನ್ನು ಹಿಂದಿನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಐಸ್‌ಕ್ರೀಮ್ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಹಾಲು, ನೀರು, ಸಕ್ಕರೆ, ಪರಿಮಳ ದ್ರವ್ಯಗಳನ್ನೆಲ್ಲ ಭ್ರಮಿಸುವ ಸಿಲಿಂಡರಿನೊಳಗೆ ಹಾಕಿಟ್ಟು, ಇದನ್ನು ಐಸ್ ಮತ್ತು ಉಪ್ಪಿನ ಮಿಶ್ರಣದ ಸುತ್ತಲೂ ಇರಿಸಿ ತಿರುಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಕ್ರಮಶಃ ಸಿಲಿಂಡರಿನೊಳಗಿನ ವಸ್ತುಗಳ ಕಾವನ್ನು (ಉಷ್ಣವನ್ನು) ಹೊರಗಿನ ಮಿಶ್ರಣವು ಹೀರುತ್ತ, ಒಳಗಿನ ಮಿಶ್ರಣವು ಐಸ್‌ಕ್ರೀಮ್ ಆಗಿ ಮುದ್ದೆಯಾಗುವುದು.

ಕ್ವಥನ- ಕುದಿಯುವಿಕೆ (Boiling) ಐಸ್, ಇಲ್ಲವೆ ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಗೆ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಒದಗಿಸಿದಾಗ ಅದು ಕರಗಿ ನೀರಾಗುತ್ತದೆ. ಅದರ ಅಣುಗಳು ಹೆಚ್ಚಿನ ವೇಗವನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತವೆ, ಹೆಚ್ಚು ಸ್ವಚ್ಛಂದವಾಗಿಯೂ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ, ಅಂದರೆ ಅಣುಗಳನ್ನು ಹಿಡಿದೆಳೆಯುವ ಸಂಲಗ್ನಕಾರಕ (Cohesive) ಬಲಗಳು ಸಡಿಲಾಗುತ್ತವೆ. ಅಂತೂ ತಕ್ಕಷ್ಟು ಉಷ್ಣವನ್ನೊದಗಿಸಿದರೆ, ಎಲ್ಲಾ ಮಂಜೂ ಕರಗಿ ನೀರಾಗುತ್ತದೆ, ಉಷ್ಣತೆಯು ಅಂತೆಯೇ 0°C ಆಗಿ ಉಳಿಯುತ್ತದೆ. ಮತ್ತೂ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನೊದಗಿಸಿದಾಗ ಅದು 4°C ತನಕವೂ ಏರುತ್ತ, ಮತ್ತೆ ಪುನಃ ಬಿಸಿಮಾಡಿದಾಗ, ಉಷ್ಣಯೇರುತ್ತಾ 100°C ತನಕವೂ ಏರಬಹುದು; ಆದರೆ, ಪುನಃ 100°C ಉಷ್ಣತೆಯ ಸನ್ನಿವೇಶದಲ್ಲಿ ನೀರಿನ ಅಣುಗಳು ವಿಪರೀತ ಚಲನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ತೋರುತ್ತ ಮೇಲಿನ ತಳಕ್ಕೆ ಬೇಗ ಬೇಗನೆ ಬಂದು, ಹೊರಕ್ಕೆ ಹಾರಿಬಿಡುವುದಿದೆ. ಇಂಥ ಅಣುಕಣಗಳು, ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಗುಂಪುಕಟ್ಟಿದಾಗ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಗುಳ್ಳೆಗಳಾಗಿ ಕಂಡರೂ, ನೀರಿನಿಂದ ಮೇಲೆ ಹಾರಿದ ನಂತರ ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರಿಸಲಾರವು. ಅಂಥ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ನೀರಿನ ಅವಸ್ಥೆಯನ್ನು ನಾವು ಉಗಿ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ನೀರು ತನ್ನ ಕ್ವಥನಬಿಂದುವಾದ 100°Cಯಲ್ಲಿ ತನ್ನ ಯಾವ ಭಾಗದಿಂದಲೂ ನೀರಿನ ಅಣುಗಳನ್ನು ಹೊರಚೆಲ್ಲುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಪಡೆದಿರುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ, ಆಗಲೋ ವಿವಿಧ ಅಣುಗಳಿಗೆ ಅಷ್ಟರ ಚಲನ ಚೈತನ್ಯ ಬಂದಿರುತ್ತದೆ, ಎಂದರ್ಥ. ಎಂಥ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲೂ, ಎಂಥ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲೂ ದ್ರವತಲದಿಂದ ಇಂಥ ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಕ್ತಿಯ ಅಣುಗಳು ಹೊರಕ್ಕೆ ಹಾರಬಹುದು. ಇದನ್ನು ಆವಿಯಾಗುವಿಕೆ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಆದರೆ ದ್ರವದಲ್ಲಿಂದ ಎಲ್ಲಿಂದ ಬೇಕಾದರೂ ಅಲ್ಲಿಂದ ಅಣುಗಳು ಹೊರಕ್ಕೆ ಹಾರುತ್ತ, ಆವಿಯಾಗುವುದಕ್ಕೆ ಅದರ ಕುದಿಯುವಿಕೆ, ಇಲ್ಲವೆ ಕ್ವಥನವೆನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ನೀರನ್ನು ಕುದಿಸುತ್ತೇವೆ ಎಂದೆವಲ್ಲವೆ? ಎಲ್ಲ ನೀರು ಕುದಿದು ಆವಿಯಾಗಿ ಮೇಲೆ ಹೋಗುತ್ತದೆಯಷ್ಟೆ. ಈ ಆವಿಯನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ, ಪುನಃ ಕಮ್ಮಿ ಉಷ್ಣತೆಗೆ ತಂದರೆ, ಶೀತಲೀಕರಿಸಿದರೆ, ಇದು

ಪುನಃ ನೀರೇ ಆಗಿ ಲಭಿಸುವುದು. ಇಂಥ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನೇ ನೀರಿನ ಇಲ್ಲವೆ ದ್ರವ್ಯದ ಆಸವೀಕರಣ ಎನ್ನುವುದು. ಇಂಥ ಯೋಜನೆಯಿಂದಲಂತೂ ಶುದ್ಧ ದ್ರವವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಸಾಧ್ಯ. ದ್ರವವನ್ನು –ನೀರಿನ ದ್ರಾವಣವನ್ನು – ಕುದಿಸಿ, ಆವಿಯನ್ನು ಕೊಳವೆಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಗಿಸುತ್ತಿರುವವೇಳೆ ಈ ಕೊಳವೆಗಳ ಸುತ್ತಲೂ ಶೀತಲ ಸನ್ನಿವೇಶವನ್ನುಂಟುಮಾಡುವುದರಿಂದ ಆವಿಯು ತಣಿದು ನೀರಾಗುವುದು. ಇದು ಶುದ್ಧ ನೀರು. ಹೀಗೆ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಕರಗಿರುವ ಕಶ್ಮಲಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ತೊಲಗಿಸಿಬಿಡಬಹುದು.

ಹೆಚ್ಚಿನ ಒತ್ತಡದ ಕಾರಣದಿಂದ ನೀರಿನ ಘನೀಭವನದ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ತಗ್ಗಿಸಲು ಬರುತ್ತದೆಂದೆವಲ್ಲವೆ? ಹಾಗೆಯೇ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಹೇರುವುದರಿಂದಲೂ, ನೀರಿನ ಕ್ವಥನಬಿಂದುವನ್ನು 100°C ಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಿಸಬಹುದು; ಮಾತ್ರವಲ್ಲ, ಒತ್ತಡವನ್ನು ಕಮ್ಮಿಮಾಡುವುದರಿಂದಲೂ ಕ್ವಥನಬಿಂದು ತಗ್ಗುವುದು. ದೊಡ್ಡ ಕಡಾಯಿಯೊಂದರಲ್ಲಿ ನೀರು ಕುದಿಯುತ್ತದೆ ಎನ್ನಿರಿ, ಉಷ್ಣತೆಯು 100C° ಇರಲಿ. ಕಡಾಯಿಯ ಮೇಲೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಹೇರಿದೊಡನೆ ನೀರು ಕುದಿಯುವುದು ತನ್ನಂತೆಯೇ ನಿಲ್ಲುತ್ತದೆ. ಮತ್ತೂ ಉಷ್ಣವನ್ನೊದಗಿಸಿದರೆ, ಮತ್ತೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ನೀರು ಪುನಃ ಕುದಿಯಲಾರಂಭಿಸುತ್ತದೆ. ಕಡಾಯಿಯಲ್ಲಿನ ಗಾಳಿಯನ್ನು ಶೋಷಿಸಿದರೆ, ಒತ್ತಡವು ಕಮ್ಮಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂಥ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ನೀರು ಕಮ್ಮಿ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲೇ ಬಹುಶಃ 95°C, ಅದಕ್ಕೂ ಕಮ್ಮಿ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಕುದಿಯುವುದು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಗಾಳಿಯನ್ನು ಶೋಷಿಸುತ್ತ ಹೋದಂತೆ ಕ್ವಥನಬಿಂದು ಮತ್ತೂ ಮತ್ತೂ ತಗ್ಗುತ್ತದೆ. ಬಹುಶಃ ಇದನ್ನು ಮತ್ತೂ ಕಮ್ಮಿಮಾಡುತ್ತ ಬಂದೆವೆನ್ನಿರಿ. ಆಗ ಕ್ವಥನಬಿಂದುವು ತಗ್ಗುತ್ತ 0°Cಯಲ್ಲೇ, ಅಂದರೆ, ನೀರು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಘನೀಭವಿಸುವ ಹೆಪ್ಪುಗಟ್ಟುವ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲೇ ಕುದಿಯಬಲ್ಲುದು, ನೀರು ಕುದಿಯುತ್ತ, ಕುದಿಯುತ್ತಲೇ ಐಸ್ ಆಗಿಗಟ್ಟಿಯಾಗುವುದು.

ನೀರು ಕ್ವಥನ ಹೊಂದಿದಾಗ ನೀರಾವಿಯು ವಾತಾವರಣವನ್ನು ತುಂಬಿಕೊಳ್ಳುವುದು. ಮುಚ್ಚಿರುವ ಆವರಣದಲ್ಲಿ ಇಂಥ ನೀರಾವಿಯನ್ನು ಶೇಖರಿಸುತ್ತ ಹೋದರೆ, ಈ ನೀರಾವಿಯು ಅಧಿಕ ಒತ್ತಡವನ್ನು ತೋರುತ್ತದೆ. ಈ ಒತ್ತಡದಿಂದಲೇ ದೊಡ್ಡ ಟ್ರೈನುಗಳು ಮಿನಿಟಿಗೆ 10ಮೈಲು ವೇಗದಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ಇದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ. ಇದೇ ಉಗಿಯ ಒತ್ತಡವೋ, ಅತ್ಯದ್ಭುತ ಗಾತ್ರದ ಸ್ಟೀಮರುಗಳನ್ನೂ ಸಾಗರಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಸುತ್ತಲಿದೆ, ಎಂದರೆ ಇದರ ಶಕ್ತಿ ಎಷ್ಟಿರಬೇಡ!?

ಕೆಳಗೆ ವಿವಿಧ ದ್ರವ್ಯಗಳು ರಸಕಾಂಡದ 76 ಸೆ.ಮಿೂ. ಒತ್ತಡದ ಸನ್ನಿವೇಶದಲ್ಲಿನ ಕ್ವಥನಗೊಳ್ಳುವ ಉಷ್ಣತೆಗಳನ್ನು ಕೊಡಲಾಗಿದೆ.

ದ್ರವ ಇಲ್ಲವೆ ವಸ್ತು	ಕ್ವಥನಬಿಂದು	ದ್ರವ ಇಲ್ಲವೆ ವಸ್ತು	ಕ್ವಥನ ಬಿಂದು
ಗಂಧಕ	445°C	ಸಂತೃಪ್ತ ಉಪ್ಪಿನ ದ್ರಾವಣ	108°C
ರಸ	357°C	ಶುದ್ಧ ನೀರು	100°C
ಇಥೈಲ್ ಆಲ್ಕಹಾಲ್	78°C		

ಆವಿಯಾಗುವಿಕೆ (Evaporation) ಒತ್ತಡವು ಸ್ಥಿರವಾಗಿದ್ದರೆ, ವಸ್ತುಗಳ ದ್ರವೀಕರಣ ಮತ್ತು ಕ್ವಥನಬಿಂದುಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿ ವಸ್ತುವೂ ಕರಗಿ ದ್ರವವಾಗಲು ಮತ್ತು ಕುದಿಯುತ್ತ ಆವಿಯಾಗಲು ತಕ್ಕಷ್ಟು ಉಷ್ಣವನ್ನು ಹೀರುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆಯೇ, ಇದಕ್ಕೆ ವಿರೋಧವಾಗಿ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಕಕ್ಕುತ್ತಲೇ ಆವಿಯು ದ್ರವವಾಗಿ ಹನಿಯುತ್ತದೆ, ದ್ರವವು ಕೂಡ ಘನೀಭೂತವಾಗುವುದು. ಇದು ಸಾಮಾನ್ಯ ನಿಯಮ. ದ್ರವವು ಆವಿಯಾಗಲು ಉಷ್ಣದ ಹೀರುವಿಕೆ ಅತ್ಯವಶ್ಯವೆನ್ನುವುದನ್ನು ಹೇಗೆ ತೋರಿಸಬಹುದು? ನಿಮ್ಮ ಬೆರಳೊಂದನ್ನು ನೀರಲ್ಲಿ ಅದ್ದಿ ಗಾಳಿಗೆ ಹಿಡಿಯಿರಿ. ನೀರು ಆವಿಯಾಗುತ್ತ ಹೋದಂತೆ ಬೆರಳು ಇತರ ಬೆರಳುಗಳಿಗಿಂತ ಶೀತಲವೆನಿಸುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ, ನೀರು ಆವಿಯಾಗುವಾಗ ಈ ಅವಸ್ಥಾಂತರಕ್ಕೆ

ಅವಶ್ಯವಿರುವ ಗುಪ್ತೋಷ್ಣವನ್ನು ನಿಮ್ಮ ಬೆರಳಿನಿಂದಲೇ ಹೀರುವ ಕಾರಣ ಬೆರಳು ಶೀತಲವಾದಂತೆ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಈಥರ್, ಸ್ಪಿರಿಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಬೆರಳನ್ನು ಅದ್ದಿದರಂತೂ ಇಂಥ ಶೀತಲೀಕರಣವು ಮತ್ತೂ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ, ಈ ದ್ರವಗಳು ಶೀಘ್ರವಾಗಿ ಆವಿಯಾಗತಕ್ಕವುಗಳು, ಇವು ವೇಗತರವಾಗಿ ಆವಿಯಾದಂತೆ, ಹೆಚ್ಚಿನ ಶೈತ್ಯವುಂಟಾಗುವುದು ಗೋಚರವಾಗುತ್ತದೆ.

ಹೀಗೆ ದ್ರವವಾಗುವಿಕೆಯು, ಬಾಷ್ಪೀಭವನವು ಉಷ್ಣವನ್ನು ಹೀರುವ – ಶೀತಲೀಕರಣದ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮವೇ ಆಗಿ ಪರಿಣಮಿಸುತ್ತದೆ. ಸಮುದ್ರಸ್ನಾನಮಾಡಿ ದಡಕ್ಕೆ ಬಂದು ಹಾಯಾಗಿ ನಿಲ್ಲಿರಿ. ಹಿಂದಿಗಿಂತ ಚಳಿಯೆನಿಸುತ್ತದೆ, ಕಾರಣವೋ ಸ್ಪಷ್ಟವಿದೆ: ನಿಮ್ಮ ಮೈಯಿಂದ ನೀರು ಆವಿಯಾಗುತ್ತದೆ, ಆವಿಯಾಗುತ್ತಲೂ ಈ ಅವಸ್ಥಾಂತರಕ್ಕೆ ಅವಶ್ಯವಿರುವ ಉಷ್ಣವನ್ನು ನಿಮ್ಮ ದೇಹದಿಂದಲೇ ಹೀರಿ ಕೊಳ್ಳುವ ಕಾರಣ, ನಿಮಗೆ ಚಳಿಯೆನಿಸುತ್ತದೆ. ಇಷ್ಟು ಮಾತ್ರವೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಸಾಮಾನ್ಯ ಬಾಷ್ಪೀಭವನ ವೆಲ್ಲವೂ ಗಾಳಿಗೊಡ್ಡಿದ ದ್ರವದ ಮೈಯಿಂದಲೇ ಜರಗುವ ಕಾರಣ, ದ್ರವತಲವು ಹೆಚ್ಚಿದಷ್ಟೂ ಬಾಷ್ಪೀ ಭವನವು ಶೀಘ್ರವಾಗಿ ಜರಗುವುದು. 1 ಘನ ಸೆ.ಮಿೞ. ನೀರು ಪ್ರನಾಳಿಕೆಯಲ್ಲಿದ್ದರೆ ತಿಂಗಳ ತನಕವೂ ಪೂರ್ತಿ ಆವಿಯಾಗದೆ ಉಳಿಯಬಹುದು; ಆದರೆ, ಇದನ್ನೇ ಅಗಲಬಾಯಿಯ ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿಟ್ಟಾಗ ಒಂದೆರಡು ದಿನಗಳಲ್ಲಿಯೇ ದ್ರವವೆಲ್ಲವೂ ಆವಿಯಾಗಿ ಅಂತರ್ಧಾನವಾಗುವುದು.

ಸಾಗರ ಮತ್ತಿತರ ಜಲಾಶಯಗಳಿಂದ ಎಷ್ಟು ಹೊತ್ತಿಗೂ ನೀರು ಆವಿಯಾಗುತ್ತಲೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಉಷ್ಣತೆಯು ಹೆಚ್ಚಿದ್ದರೆ ಆವಿಯಾಗುವುದೂ ಹೆಚ್ಚು, ಹಾಗೆಯೇ ಗಾಳಿ ಬೀಸುತ್ತಲಿದ್ದರೂ, ಆವಿಯಾಗು ವುದು ಹೆಚ್ಚು. ಈ ಆವಿಯಾದರೋ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿದ್ದು ಎಲ್ಲಾದರೂ ಶೀತಲ – ಬಹಳ ಥಂಡಿ – ವಸ್ತು ಗಳೊಡನೆ ಸಂಪರ್ಕ ಪಡೆದೊಡನೆ, ಪುನಃ ಹನಿದು ದ್ರವವಾಗುವುದು. ಐಸ್ ನೀರನ್ನು ತಂದ ಪಾತ್ರೆಯ ಹೊರಬದಿಯಲ್ಲಿ ನೀರು ಹನಿಯಲು ಇದೇ ಕಾರಣ. ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣತೆಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಇಂತಿಷ್ಟೇ ನೀರಾವಿ ಹಿಡಿಯುತ್ತದೆ ಎನ್ನುವ ವಿಚಾರವೂ ಸ್ಪಷ್ಟವಿದೆ. ಒಂದಷ್ಟು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಲೆಕ್ಕ ಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ನೀರಾವಿ ಹಿಡಿಯದೆ ಹೋದರೆ, ಇಂಥ ಗಾಳಿಯನ್ನು ನಾವು ನೀರಾವಿಯಿಂದ ಸಂತೃಪ್ತ ಗಾಳಿ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಜಲಬಾಷ್ಪಸಂತೃಪ್ತವಾದ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಮತ್ತೆ ಸ್ವಲ್ಪವೂ ನೀರಾವಿ ತುಂಬಲು ಅವಕಾಶವಿಲ್ಲ. ಸಂತೃಪ್ತತೆಯ ಅಂಶವೋ ಗಾಳಿಯ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ ಎಂದರೇನೇ ತಪ್ಪಿಲ್ಲ.

ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿನ ನೀರಾವಿಯನ್ನು ನೀರಿನ ಪಸೆ, ಆರ್ದ್ರತೆ (Humidity) ಎನ್ನುವುದಿದೆ. ಆರ್ದ್ರತೆ ಎಂಬ ಶಬ್ದವನ್ನು ಮಾತ್ರ ನಾವು ವಿಶಿಷ್ಟ ಅರ್ಥದಲ್ಲೇ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತೇವೆ. ಒಂದಷ್ಟು ಉಷ್ಣತೆ ಯಲ್ಲಿ ಒಂದಷ್ಟು ನೀರಿನ ಪಸೆ ಇದ್ದರೆ ಮಾತ್ರ ಗಾಳಿಯು ನೀರಾವಿಯಿಂದ ಸಂತೃಪ್ತವಾಗುವುದು. ಇದಲ್ಲದೆ, ಕೇವಲ ಇದರ 50%, ಇಲ್ಲವೆ 75% ಅಂಶ ಮಾತ್ರ ನೀರಿನ ಪಸೆಯಿದ್ದರೆ ಆಗ ನಾವು ಇದ್ದ ನೀರಿನ ಆವಿಯನ್ನು ಅಷ್ಟೇ ಗಾಳಿಯನ್ನು ಅದೇ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಸಂತೃಪ್ತಗೊಳಿಸಬಲ್ಲ ನೀರಾವಿ ಯೊಡನೆ ತುಲನೆಮಾಡಿ ಅಂಶವನ್ನೋ, ಸೇಕಡಾವನ್ನೋ ಬರೆದಾಗ ಇದನ್ನು ಸಾಪೇಕ್ಷ ಆರ್ದ್ರತೆ (Relative Humidity) ಇಲ್ಲವೆ, ಆರ್ದ್ರತೆಯ ಸೇಕಡಾ (Percentage Humidity) ಎಂದೂ, ಕೆಲವು ವೇಳೆ ಆರ್ದ್ರತೆ ಎಂಬ ಶಬ್ದದಿಂದಲೂ ಕರೆವುದಿದೆ. ಆರ್ದ್ರತೆಯ ಸೇಕಡಾ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ, ನೀರು ವೇಗತರವಾಗಿ ಆವಿಯಾಗಲೊಲ್ಲದು. ಇದೇ ಕಾರಣದಿಂದ, ಆರ್ದ್ರತೆ ಹೆಚ್ಚಿದ್ದ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ಮೈಯ ಬೆವರು ಸುಲಭದಲ್ಲಿ ಆವಿಯಾಗದೆ ತುಂಬ ಅಸಹ್ಯವೆನಿಸುತ್ತದೆ. ಕರಾವಳಿಯ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಎಂಥ ಸೆಕೆಯ ದಿನಗಳಲ್ಲೂ ಉಷ್ಣತೆಯು ಬಹಳ ಏರುವುದಿಲ್ಲ; ಇದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹತ್ತಿಪ್ಪತ್ತು ಡಿಗ್ರಿ F ಹೆಚ್ಚಿನ ಸೆಕೆ ಒಳನಾಡಿನಲ್ಲಿರಬಹುದು; ಆದರೇನು? ಕರಾವಳಿಯ ಕಮ್ಮಿ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಅಸಹ್ಯ ಯಾತನೆಯು ಹೆಚ್ಚು. ಮೈಯಿಂದ ಬೆವರಿಳಿದು ಆರದೆ, ಆವಿಯಾಗದೆ

ಇರುವ ನಿಮಿತ್ತ ಅಬ್ಬಾ ಸಾಕು! ಎನಿಸುತ್ತದೆ. ಬಹುಶಃ ಸುಮಾರು ಸೇಕಡಾ 50ರ ಆರ್ದ್ರತೆಯು ಅತ್ಯಂತ ಹಿತಕರವೆನಿಸುತ್ತದೆ.

ಹಗಲಿನಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಹೀರಿದ ಮರದೆಲೆಗಳು, ಹುಲ್ಲು ಮೊದಲಾದುವು ರಾತ್ರಿಕಾಲದಲ್ಲಿ ವಿಕಿರಣ ಮೂಲಕ ಇದನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುವುವು; ಇದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ, ಸುತ್ತಲಿನ ಗಾಳಿಗಿಂತ ಇವು ಶೀಘ್ರವಾಗಿ ತಂಪುಗೊಳ್ಳುವುವು. ಆಗ ಹೆಚ್ಚು ಉಷ್ಣದಲ್ಲಿದ್ದ–ಬೆಚ್ಚಗಿನ–ಹಾಗೂ ಆರ್ದ್ರಗಾಳಿ ಬೀಸುವಾಗಲೋ, ಇದು ಇಂಥ ತಂಪಿನ ಎಡೆ ಸಿಕ್ಕಲ್ಲೆಲ್ಲಾ, ಐಸ್ ನೀರನ್ನು ತುಂಬಿರುವ ಗಾಜಿನ ಹೊರಗೆ ಸುತ್ತಲೂ ನೀರು ಹನಿಯುವಂತೆಯೇ, ತನ್ನಲ್ಲಿನ ನೀರಾವಿಯನ್ನು ಹನಿಸುವುದು. ಇದನ್ನೇ ಇಬ್ಬನಿ – ತುಷಾರ (dew) ಎನ್ನುವ ವಾಡಿಕೆ. ಉಷ್ಣತೆಯು ತೀರ ಕಮ್ಮಿಯಾದರೆ, ಈ ಬಿಂದುಗಳು ಹಿಮಗಟ್ಟುವುದೂ ಇದೆ.

ಅಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿನ ಎಲ್ಲಾ ಭಾಗವೂ ಏಕಪ್ರಕಾರದ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಕೆಲವೆಡೆ ತಂಪಾಗಿರುತ್ತದೆ; ಕೆಲವೆಡೆ ಕಾವೇರಿಯೂ ಇರುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ಉಷ್ಣ, ಅನುಷ್ಣ ಭಾಗಗಳ ನಡುವೆ ಗಾಳಿಯೂ ಬೀಸಲಾರಂಭಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ನೀರಾವಿಯೂ ತುಂಬುತ್ತ ಬಿಸಿ ಭಾಗದಿಂದ ಗಾಳಿ, ಮತ್ತು ಆವಿ ತಂಪಿನ ಭಾಗವನ್ನು ಸೇರಿದಂತೆ. ಅಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಆವಿಯೂ ತಣಿದು, ಅಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿ ತುಂಬಿರುವ ಕ್ಷುದ್ರ ದೂಳಿನ ಕಣಗಳ ಸುತ್ತಲೂ, ಇಲ್ಲವೆ ಅನಿಲಗಳ ಅಣುಗಳ ಸುತ್ತಲೂ ಹನಿದುಬಿಡುತ್ತದೆ; ಹನಿಗಳ ರಾಶಿಗಳೇ ಕಲೆತು ಮೋಡವಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ನೆಲದ ತುಸುವೇ ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸುವ ಮಂಜಿನಂತಹ ರಚನೆಯೇ ಮೋಡಗಳದು. ಇವು ಕೂಡ ತೇಲುತ್ತವೆ, ಚಲಿಸುತ್ತವೆ, ಮೇಲೇರುತ್ತ ಕಲೆಯುತ್ತವೆ. ಕಲೆಯುವ ಸನ್ನಿವೇಶದಲ್ಲಿ ನೀರ ಹುಂಡುಗಳು ದೊಡ್ಡದಾಗುತ್ತ ಇವುಗಳ ಭಾರವು ಅವುಗಳ ಮೇಲೊತ್ತಡಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚುವ ಕಾರಣ, ಇಂಥ ಬಿಂದುಗಳು ಕೆಳಗೆ, ಮಳೆಯಾಗಿ ಉರುಳಲಾರಂಭಿಸುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಮೋಡಗಳ ಉಷ್ಣತೆಯೋ ನೀರಿನ ಘನೀಕರಣದ ಉಷ್ಣತೆಯಾದ O°C ಗಿಂತಲೂ ಕಮ್ಮಿ ಇದ್ದರೆ, ನೀರಿನ ಬದಲು ಮಂಜು ಬೀಳುವುದೂ ಇದೆ.

ಉಷ್ಣಚಾಲನ (Conduction) ಲೋಹದ ಸರಳಿನ ಒಂದು ತುದಿಯನ್ನು ಕಾಯಿಸಿದಾಗ ಅಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುಮುತ್ತಲೂ ಇರುವ ಅಣುಗಳು ಹೆಚ್ಚಿನ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಪಡೆಯುವುವು. ಆ ಭಾಗವು ಬಿಸಿಯೇರುವುದು; ಮತ್ತು ಮೆಲ್ಲನೆ, ಈ ಭಾಗದ ಅಣುಗಳು ಹೆಚ್ಚಿನ ಚಲನಶಕ್ತಿಯನ್ನೂ ಪಡೆಯುವುವು. ಮೆಲ್ಲನೆ ಈ ಹೆಚ್ಚಿನ ಚಲನಶಕ್ತಿಯು ಅಣುಗಳ ಪದರಗಳನ್ನು ದಾಟುತ್ತ ಮುಂದುವರಿಯುವುದು. ಅಣುಗಳೇ ಇಲ್ಲಿ ಚಲಿಸದಿದ್ದರೂ ಇವುಗಳ ಚೈತನ್ಯವು ಒಂದು ಅಣುವಿನಿಂದ ಇನ್ನೊಂದಕ್ಕೆಂಬಂತೆ ದಾಟುತ್ತ, ಮುಂದುವರಿವುದು. ಶಕ್ತಿ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ಮುಂದೆ, ಮುಂದಕ್ಕೆ ಕೂಡ ಇದಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ ಉಷ್ಣತೆಯು ಹೆಚ್ಚುವುದು. ಉಷ್ಣತೆಯ ಹೆಚ್ಚಳಕ್ಕೆ ಉಷ್ಣವೇ ಹರಿಯಬೇಕಷ್ಟೆ. ಹೀಗೆ ಅಣುಗಳ ನೇರಾದ ಚಲನೆ ಇಲ್ಲದೆಯೂ ಉಷ್ಣಹರಿಯುವ – ಅಣುಗಳಿಂದ ಅಣುಗಳಿಗೆ ಹರಿದು ಹೋಗುವ – ವಿಧಾನವನ್ನು ಉಷ್ಣಚಾಲನ (Conduction) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಂತೂ (ಘನವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ) ಉಷ್ಣ ಹರಿಯುವ ಕ್ರಮವೇ ಇದು. ಎಲ್ಲ ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲೂ ಉಷ್ಣಚಾಲನ ಕ್ರಮವೂ ಉಷ್ಣಚಾಲನದ ವೇಗವು ಒಂದೇ ಅಲ್ಲ. ಲೋಹಗಳು ಉತ್ತಮ ಉಷ್ಣಚಾಲಕಗಳೇ, ಉಳಿದ ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತುಗಳು, ಅಲೋಹಗಳೋ, ಮಿಶ್ರಲೋಹಗಳೋ, ಕೃತಕ ವಸ್ತುಗಳೋ, ಇಷ್ಟು ಉತ್ತಮ ಚಾಲಕಗಳಲ್ಲ. ಲೋಹಗಳಲ್ಲೂ ಬೆಳ್ಳಿ, ತಾಮ್ರ ಮತ್ತು ಕಬ್ಬಿಣ ಉತ್ತಮ ಚಾಲಕಗಳು. ರಬ್ಬರ್, ಗಾಜು, ರಾಳ, ಕಲ್ಲು, ಕಾರ್ಕ್, ಮರ ಇವು ಅನುತ್ತಮ ಚಾಲಕಗಳು (Poor Conductor) ಇವನ್ನು ಅಚಾಲಕಗಳೆಂದೂ (Insulators) ಕರೆವುದಿದೆ. ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಉತ್ತಮ ಉಷ್ಣಚಾಲಕಗಳು ಉತ್ತಮ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕಗಳೂ ಆಗಿವೆಯೆಂಬುದು ಇಲ್ಲಿ ನೆನೆಯಬಹುದಾದ ವಿಚಾರ.

ದ್ರವಗಳಾದರೋ ಗಟ್ಟಿವಸ್ತುಗಳಷ್ಟು ಉತ್ತಮ ಚಾಲಕಗಳಲ್ಲ, ಅನಿಲಗಳು ಮತ್ತೂ ಹೀನ ಚಾಲಕಗಳು. ನೀರಿನ ಉಷ್ಣ ಚಾಲಕಸೂಚಕವು ಬೆಳ್ಳಿಯ ಉಷ್ಣ ಸೂಚಕದ ಕೇವಲ $\frac{1}{100}$ ರಷ್ಟು ಎಂದರೆ ನಿಮಗೆ ನೀರ ಎಷ್ಟು ಹೀನಚಾಲಕ ಎಂಬ ಅಂದಾಜು ಆಗಬಹುದು. ಆದರೇನು? ದ್ರವಗಳಲ್ಲಿ ಇನ್ನೊಂದು ವಿಧಾನದಿಂದಲೂ ಉಷ್ಣವು ಹರಿದುಹೋಗುತ್ತದೆ. ಈ ವಿಧಾನವೇ ವಹನ ವಿಧಾನ (Convection). ಪಾತ್ರೆಯೊಂದರಲ್ಲಿ ನೀರನ್ನು ಬಿಸಿಮಾಡಲೆತ್ನಿಸಿದಾಗ, ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ನೀರು ಪಾತ್ರೆಯ ಬುಡದಲ್ಲಿ ಬಿಸಿಯಾಗುತ್ತದೆ, ಉಷ್ಣತೆ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಉಷ್ಣತೆ ಏರಿದ ನೀರಿನ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ಕಮ್ಮಿ, ತಂಪು ನೀರಿನ ಸಾಂದ್ರತೆಯೋ ಹೆಚ್ಚು. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲಿನ ತಂಪಾದ ನೀರು ಕೆಳಗೆ ಇಳಿಯುತ್ತಲೂ ಬಿಸಿಯಾದ ನೀರು ಮೇಲೇರುತ್ತದೆ. ಕೆಳಭಾಗಕ್ಕಿಂತ ತಂಪಾದ ನೀರು ಪುನಃ ಕಾವೇರುತ್ತದೆ, ಮೇಲೇರುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಮತ್ತೂ ಮತ್ತೂ ನೀರು ಕೆಳಗಿನಿಂದ ಮೇಲಕ್ಕೆ, ಮೇಲಿನಿಂದ ಕೆಳಕ್ಕೆಂಬಂತೆ ಬಿಸಿ, ತಣ್ಣಗಿನ ನೀರುಗಳ ಪ್ರವಾಹಗಳು ನೀರಲ್ಲಿ ಉದ್ಭವಿಸಿ, ಉಷ್ಣತೆಯೇರುತ್ತದೆ, ಉಷ್ಣವು ಎಲ್ಲಾ ಭಾಗಗಳಿಗೂ ಹರಡಿ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಅನಿಲಗಳಲ್ಲೂ ಉಷ್ಣವು ಹೀಗೆಯೇ ಹರಿಯುವಂಥದು. ದ್ರವಗಳಷ್ಟು ವೇಗವಾಗಿ ಅನಿಲಗಳಲ್ಲಿ ಇದು ಹರಿಯುವುದಿಲ್ಲ. ಅಥವಾ, ಗಾಳಿಯು ದ್ರವಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೀನ ಚಾಲಕ ಮಾತ್ರವಲ್ಲ, ಹೀನವಾಹಕವೂ ಅಹುದು. ಹೀಗೆ ವಾತಾವರಣವು ವಿರಳವಾಗಿರುವಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಗಾಳಿಯ ಉದ್ವಹನ ಮತ್ತು ಈ ಸಂಬಂಧವಾದ ಚಲನವಲನಗಳಿಲ್ಲದ ನಿಮಿತ್ತ ಸೂರ್ಯನ ಬಿಸಿಲು ಮತ್ತು ಬೆಳಕುಗಳು ಬಹಳ ಕೂರಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಇನ್ನು ನಮ್ಮ ಉಡುಪುಗಳಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಸಚ್ಛಿದ್ರವಾಗಿರುವ, ಗಾಳಿಯ ಪಟಲಗಳಿಗೆ ಅವಕಾಶವಿರುವಂಥ ಬಟ್ಟೆಗಳೆಲ್ಲವೂ ಉತ್ತಮ ಅನುಷ್ಣಚಾಲಕಗಳು; ಶೀತ ಇಲ್ಲವೆ ಉಷ್ಣದ ಉತ್ತಮ ನಿರೋಧಕಗಳೆಂದರೂ ತಪ್ಪಿಲ್ಲ. ಉಣ್ಣೆ. ತುಪ್ಪಳ ಮತ್ತು ಹತ್ತಿ ಬಟ್ಟೆಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲ ತುಂಬಾ ಛಿದ್ರಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳ ವಿವಿಧ ಪದರುಗಳ ನಡುವೆ ಗಾಳಿಯ ಪಟಲಗಳಿದ್ದು ಇವನ್ನು ಹಾದು ಮೈಯ ಉಷ್ಣ ಹೊರಗೆ ಹರಿಯುವುದಿಲ್ಲ; ಹೊರಗಿನ ಚಳಿಯು ಕೂಡ ಇವನ್ನು ಹಾದು ಒಳಗೆ ಹರಿಯುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ಉಣ್ಣೆಯ ಕೈಚೀಲಗಳು ಇತರ ಕೈಚೀಲಗಳಿಗಿಂತ ಬೆಚ್ಚಗಿರುತ್ತವೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಉಣ್ಣೆಯ ಸ್ವೆಟರ್ ಇತರ ಸ್ವೆಟರ್‌ಗಳಿಗಿಂತ ಬೆಚ್ಚನಾಗಿರಬಲ್ಲುವು.

ಅನುಷ್ಣವಾಹಕಗಳೆನಿಸುವ ಮರ, ಗಾಜು, ಉಣ್ಣೆ, ಹತ್ತಿ ಮೊದಲಾದುವೆಲ್ಲವೂ ನಮ್ಮ ಸ್ಪರ್ಶಕ್ಕೇನೂ ತಣ್ಣಗೆ ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲ. ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ಇವು ಬೆಚ್ಚಗೆ ಕಾಣುವುವು. ಇದೇತಕ್ಕೆ? ಅಲ್ಲದೆ ಲೋಹದ ಹಾರೆ, ಪಾತ್ರೆಗಳೆಲ್ಲ ತಂಪಾಗಿ ಕಾಣುವುವು. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಿಷ್ಟೆ: ಲೋಹಗಳನ್ನು ನಾವು ಮುಟ್ಟಿದಾಗ ನಮ್ಮ ಮೈಯು ಅವುಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿದ್ದ ಕಾರಣ ಉತ್ತಮ ಚಾಲಕಗಳಾದ ಅವು ಸುಲಭವಾಗಿ ನಮ್ಮ ದೇಹದಿಂದ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಹೀರುತ್ತವೆ, ಇದರ ಫಲವಾಗಿ – ಉಷ್ಣದ ಹರಿವಿನ ಫಲವಾಗಿ – ನಮ್ಮ ದೇಹದ ಶಾಖವು ಮುಟ್ಟಿದಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಕಡಿಮೆಯಾದಂತೆಯೂ ಕಂಡು ಬರುತ್ತದೆ.

ಗಾಳಿಯು ಉತ್ತಮ ಉಷ್ಣಚಾಲಕವಲ್ಲವಷ್ಟೆ. ಆದರೂ ಕೋಣೆಯ ಒಳಭಾಗವು ಬೆಚ್ಚಗಿರುತ್ತವೆ, ಬಹಳ ಬೇಗನೆ ಬೆಚ್ಚಗಾಗುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆಯೇ ಬಿಸಿಲಲ್ಲಿ ಹೊಯ್ಗೆ, ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯಲಾರದಷ್ಟು ಬಿಸಿಯಾಗುತ್ತದೆ ಮರಳು. ಇದೇಕೆ? ಇದಕ್ಕೆ ಉತ್ತರವಿಷ್ಟೆ: ಇವೇನೂ ಉಷ್ಣಚಲನೆಯಿಂದ ಬಿಸಿಯೇರತಕ್ಕವುಗಳಲ್ಲ. ಇವು ಬಿಸಿಯೇರುವುದಾದರೂ ಸೂರ್ಯನಿಂದ ವಿಕಿರಣ ವಿಧಾನದಿಂದ ಬರುವ ಉಷ್ಣದಿಂದಲೇ. ಈ ವಿಕಿರಣವೆಂದರೇನು?

ವಿಕಿರಣ, ಪ್ರತಿಫಲನ ಮತ್ತು ಹೀರುವಿಕೆ ಸೂರ್ಯನು ನಮ್ಮಿಂದ 93,000,000 ಮೈಲಿ ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ನಕ್ಷತ್ರ. ನಮಗೂ, ಸೂರ್ಯನಿಗೂ ನಡುವೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಭಾಗವೆಲ್ಲವೂ ಶೂನ್ಯ (ನಿರ್ವಾತ

Vacuum) ಪ್ರದೇಶವೇ. ಹೀಗಿದ್ದ ಬಳಿಕ, ತಕ್ಕ ಮಾಧ್ಯಮವಿಲ್ಲದೆ, ಉಷ್ಣವು ಅಲ್ಲಿಂದ ಇಲ್ಲಿಯ ತನಕ, ಚಾಲನ ಇಲ್ಲವೆ ವಹನ ವಿಧಾನಗಳಿಂದಲೇನೂ ಬಂದಿರಲಾರದು. ಬರಲಾರದು.

ಸೂರ್ಯನಿಂದ ನಮಗೆ ಕಾವು, ಬೆಳಕುಗಳೆಲ್ಲ ವಿಕಿರಣ ವಿಧಾನದಿಂದಲೇ ಬರುತ್ತಿವೆ. ಇದು ಉಷ್ಣದ ಚಲನೆಯ ಮೂರನೆಯ ವಿಧಾನ (ಇದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿವರವು ಪ್ರಸ್ತುತ ಪುಸ್ತಕದ ಉದ್ದೇಶವಾಗಿಲ್ಲ).

ಬಿಸಿಯಾದ ವಸ್ತುವೊಂದು ತನ್ನ ಸುತ್ತಲೂ ಎಲ್ಲೆಡೆಗೂ ಉಷ್ಣವನ್ನು ವಿಕಿರಣ ವಿಧಾನದಿಂದ ಪಸರಿಸುತ್ತದೆ. ಕೋಣೆಯ ನಡುವೆ ಇಡಲಾದ ಕಬ್ಬಿಣದ ತುಂಡೊಂದು ಬಿಸಿಯಾಗಿದೆ ಎನ್ನಿರಿ. ಇದು ತನ್ನ ಸುತ್ತಲಿನ ಗಾಳಿಯನ್ನು ಹಾದು, (ಬಹುಶಃ ಬಿಸಿಮಾಡದೆಯೇ ಎಂದರೂ ತಪ್ಪೆನಿಸದು) ಉಷ್ಣ ವನ್ನು ಸುತ್ತಲೂ ಪಸರಿಸುತ್ತದೆ. ತುಸು ದೂರದಲ್ಲಿ ನಿಂತ ನಿಮ್ಮ, ನನ್ನ ಮೈಗೂ ಈ ಉಷ್ಣ ಸೋಕು ತ್ತದೆ. ಕಬ್ಬಿಣದ ತುಂಡನ್ನು ಮತ್ತೂ ಬಿಸಿಮಾಡಿದರೆ ಇದು ಮತ್ತೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಕಾರುತ್ತದೆ, ಪಸರಿಸುತ್ತದೆನ್ನಬಹುದು, ವಿಕಿರಣದ ತೀವ್ರತೆ (Intensity) ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ, ಹಾಗೂ ವಿಕಿರಣ ಹೊಂದಿದ ತರಂಗಗಳ ಉದ್ದವು ಕಮ್ಮಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಮತ್ತೂ ಮತ್ತೂ ಬಿಸಿಮಾಡಿದಂತೆ, ತರಂಗಗಳ ನೀಳವು ಮತ್ತೂ ಕಮ್ಮಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಕಮ್ಮಿಯಾದಂತೆ, ಈ ತರಂಗಗಳು ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರವಾಗು ತ್ತವೆ. ಮೊದಮೊದಲು ಕೆಂಪು, ನಂತರ ಹಳದಿ, ಪಚ್ಚೆ, ಹೀಗೆ ವಿವಿಧ ಬಣ್ಣಗಳ ತರಂಗಗಳು ವಿಕಿರಣ ಹೊಂದುತ್ತವೆ. ಅಂತೂ ಮತ್ತೂ ಮತ್ತೂ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಿದಂತೆ, ಎಲ್ಲಾ ವರ್ಣದ ತರಂಗಗಳು ವಿಕಿರಣ ಹೊಂದುತ್ತ, ಕಬ್ಬಿಣವು ಬೆಳ್ಳನೆ ಬೆಳಗುತ್ತದೆ.

ಉಷ್ಣ ಮತ್ತು ಬೆಳಕಿನ ವಿಕಿರಣಗಳು ಎರಡೂ ಒಂದೇ ಬಳಗಕ್ಕೆ ಸೇರಿದವು. ಇವೆರಡೂ ಸೌರ ವಿಕಿರಣಗಳು – ವಿಕಿರಣಶಕ್ತಿಯ ಎರಡು ರೂಪಗಳು. ಮೊದಲನೆಯದು ನಮ್ಮನ್ನು ಬೆಚ್ಚಗೆ ಮಾಡು ತ್ತದೆ, ಬೆಳಕು ನಮ್ಮ ದೃಷ್ಟಿಯನ್ನು ಕೆಣಕುತ್ತದೆ. ಇವೆರಡೂ ಒಟ್ಟೊಟ್ಟಿಗೇನೇ ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಹೊರಟು ಭೂಮಿಯನ್ನು ಸೇರುತ್ತವೆ. ವಿಕಿರಣಶಕ್ತಿಯು ತನ್ನ ಮೂಲದಿಂದ ಹೊರಟು ಎಲ್ಲಿಗೆ ಸೇರಿತೋ ಅಲ್ಲಿನ ವಸ್ತುಗಳ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದಾಗ ಒಂದೋ ಅಲ್ಲಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲಿಸುತ್ತದೆ, ಇಲ್ಲವೆ ಆ ವಸ್ತುವನ್ನು ಹಾದುಹೋಗುತ್ತದೆ. ಹಾದುಹೋಗುತ್ತ ಅದರಿಂದ ಹೀರಲ್ಪಡಲೂಬಹುದು. ಕಡಲತಡಿಯ ಮರಳು ಈ ಸೌರ ವಿಕಿರಣವನ್ನು ಹೀರುತ್ತ ಕಾವೇರುವಂಥದು. ಒಳ್ಳೆ ಹೊಳಪಿನ ಲೋಹದ ತಗ ಡೊಂದರ ಮೇಲೆ ಈ ವಿಕಿರಣ ಬಿದ್ದಾಗ ಅದೇನೋ ಹೀರಲ್ಪಡುವುದಿಲ್ಲ, ಬದಲು, ಅದು ಅಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿ ಫಲನಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ದರ್ಪಣವು ಎರಡು ಬಗೆಯ ವಿಕಿರಣಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ. ಬಿಳೀ ವಸ್ತುಗಳು ವಿಕಿರಣವನ್ನು ಅಷ್ಟು ಜೋರಾಗಿ ಹೀರುವುದಿಲ್ಲ. ಇವು ವಿಕಿರಣಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿಫಲಿ ಸುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ದೊರಗು ಮೈಯ ವಸ್ತುವು ತನ್ನ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದ ಬೆಳಕನ್ನೋ, ಮುಖ್ಯ ಉಷ್ಣವನ್ನೋ, ಹೀರಿಬಿಡುತ್ತದೆ. ಬಹಳ ಸುಲಭವಾಗಿಯೂ ಬೆಚ್ಚಗಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂತೂ ಇಂಥಾ ಕಾರಣಗಳಿಂದಲೇ, ಉಷ್ಣ ವಲಯದಲ್ಲಿ ಬೆಳ್ಳನೆ ವಸ್ತ್ರಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಗೆ ಧರಿಸುತ್ತಾರೆ. ಈ ಬಟ್ಟೆಗಳು ಹೆಚ್ಚಿನ ಉಷ್ಣವನ್ನೇನೂ ಹೀರದೆ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ, ಉಷ್ಣವನ್ನು ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿಬಿಡುತ್ತವೆ. ಕಪ್ಪು ವಸ್ತ್ರಗಳು, ವಿವಿಧ ಬಣ್ಣಗಳ ವಸ್ತ್ರ ಗಳಾದರೋ ಹೆಚ್ಚು ಉಷ್ಣವನ್ನು ಹೀರುತ್ತವೆ. ಗ್ಲಾಸು – ಗಾಜು–ಬೆಳಕನ್ನು ತನ್ನ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸು ತ್ತದೆ; ಆದರೆ, ಉಷ್ಣವಿಕಿರಣವನ್ನು ಪ್ರತಿಫಲಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರ ಫಲವಾಗಿ, ಗಾಜಿನ ಚಪ್ಪಡಿಯು ಸುತ್ತಲಿನ ಇತರ ವಸ್ತುಗಳಿಗಿಂತ ಶೀತಲವಿದ್ದಂತೆ ಕಾಣುವುದು.

ಸೂರ್ಯನ ಉಷ್ಣವಿಕಿರಣವನ್ನು ವಿಕಿರಣಮಾಪಕದಿಂದ (Radiometer) ಅಳೆಯಬಲ್ಲೆವು; ಅಳೆವುದು ಕಷ್ಟಸಾಧ್ಯವಾದರೂ ಇದನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಗುರುತಿಸಬಲ್ಲೆವು (detect) ಚಿತ್ರ 47 ರಲ್ಲಿ ಇಂಥ ಒಂದು ವಿಕಿರಣಮಾಪಕವನ್ನು ತೋರಲಾಗಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಗಾಜಿನ ಬುರುಡೆಯೊಳಗೆ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿನ

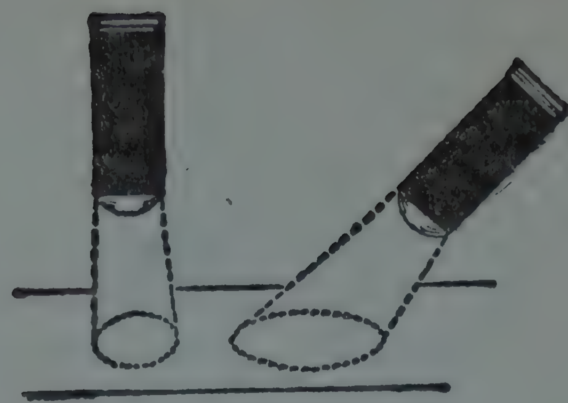


ಚಿತ್ರ 47: ಕ್ರೂಕನ ವಿಕಿರಣಮಾಪಕ.

ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತಲೂ 4 ತೆಳ್ಳನಾದ ಲೋಹಪತ್ರಗಳನ್ನು (vanes) ಜೋಡಿಸಿದ್ದು, ಇವುಗಳ ಒಂದೊಂದು ಮೈಯನ್ನು ಹೊಳಪುಳ್ಳದ್ದಾಗಿಯೂ, ಮತ್ತೊಂದು ಮೈಯನ್ನು ಮಸಿ ಸವರಿಯೂ ಇರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇವೆಲ್ಲವೂ ಕೇಂದ್ರದ ಸುತ್ತಲೂ ಭ್ರಮಿಸಬಲ್ಲುವು. ಸೌರ ವಿಕಿರಣಗಳನ್ನು ಮಸಿ ಸವರಿದ ಕಪ್ಪಾದ ಮೈಗಳ ಮೇಲೆ ಹಾಯಿಸಿದಾಗ ಈ ಮೈಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಉಷ್ಣವನ್ನು ಹೀರುತ್ತ ಹಿಂದೋಡುವುವು; ಒಂದು ಪತ್ರವು ಹಿಂದೋಡಿದೊಡನೆ ಎರಡನೆಯದು ಅಲ್ಲಿ ಬಂದು ನಿಲ್ಲುವುದು; ಇದರ ಮೇಲೆಯೂ ಹಿಂದಿನಂತೆಯೇ ಸೌರವಿಕಿರಣ ಬಿದ್ದು ಇದೂ ಹೀಗೆ ತಳ್ಳಲ್ಪಡುವುದು; ಅಂತೂ ಈ ನಾಲ್ಕು ಪತ್ರಗಳೂ, ಗರಗರನೆ ತಿರುಗಲಾರಂಭಿಸುವುವು. ಇವುಗಳ ಚಲನೆ (ಭ್ರಮಣ) ಯ ವೇಗವೋ ವಿಕಿರಣದ ತೀವ್ರತೆ ಯನ್ನೇ ಹೊಂದಿದೆ ಎಂದು ಬೇರೆ ಹೇಳುವ ಅವಶ್ಯವಿಲ್ಲ.

ಈ ಕೆಳಗೆ ವಿವರಿಸಲಾದ ಪ್ರಯೋಗವೊಂದು ಬೆಳಕು, ಉಷ್ಣಗಳೆರಡಕ್ಕೂ ಅನ್ವಯವಾಗುತ್ತದೆ. ನಿಮ್ಮ ಟಾರ್ಚುಲೈಟಿನಿಂದ ಬೆಳಕಿನ ಕಂಬಿಯನ್ನು ಮೇಜಿನ ಮೇಲೆ ಹಾಯಿಸಿರಿ. ಮೇಜಿನ ಮೇಲೆ ಉರುಟಾದ ಬೆಳಕಿನ ವೃತ್ತವೊಂದು ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಬೆಳಕಿನೊಡನೆ ಉಷ್ಣವೂ ವಿಕಿರಣಹೊಂದುತ್ತಿರಲೇ ಬೇಕಷ್ಟೆ. ಹೀಗೆಂದ ಬಳಿಕ, ಬೆಳಕಿನ ವೃತ್ತದೊಡನೆ ಉಷ್ಣವಿಕಿರಣಗಳ ವೃತ್ತವೂ ಅಲ್ಲೇ ಇರಬೇಕು. ಈ ಅದೇ ಬೆಳಕಿನ ಕಂಬಿಯನ್ನು ಓರೆಯಾಗಿ ಹಾಯಿಸಿದರೆ ಅದು ಮೇಜಿನ ಮೇಲೆ ವೃತ್ತದ ಬದಲು ಅಂಡಾಕಾರದ ಬೆಳಕಿನ ವರ್ತುಲವೊಂದನ್ನು ತೋರುವುದು, ಹೆಚ್ಚು ಜಾಗವನ್ನೂ ಆವರಿಸುವುದು. ಇದನ್ನು ಚಿತ್ರ 48 ರಲ್ಲಿ ತೋರಲಾಗಿದೆ. ಈ ವರ್ತುಲದ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವಾದರೋ ಬೆಳಕಿನ ಕಂಬಿಯು ಬಾಗಿದಂತೆ ಹೆಚ್ಚು ಜಾಗವನ್ನಾವರಿಸುತ್ತದೆ. ಒಂದಷ್ಟು ಬೆಳಕು ಈ ಕಂಬಿಯ ಮೂಲಕ ಹಾಯುತ್ತ ಲಿದೆಯಷ್ಟೆ. ಇದು ನೇರಾಗಿ ತಲಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಬೀಳುವಲ್ಲಿ ಅತಿ ಕಮ್ಮಿ ಭಾಗದ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದು, ಬೆಳಕಿನ ತೀವ್ರತೆಯು ಹೆಚ್ಚಿಗೆ ಇರುತ್ತದೆ; ಓರೆಯಾಗಿ ಬಿದ್ದಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಬೆಳಕಿನ ತೀವ್ರತೆಯು ಕಮ್ಮಿಯಾಗು ತ್ತದೆ.

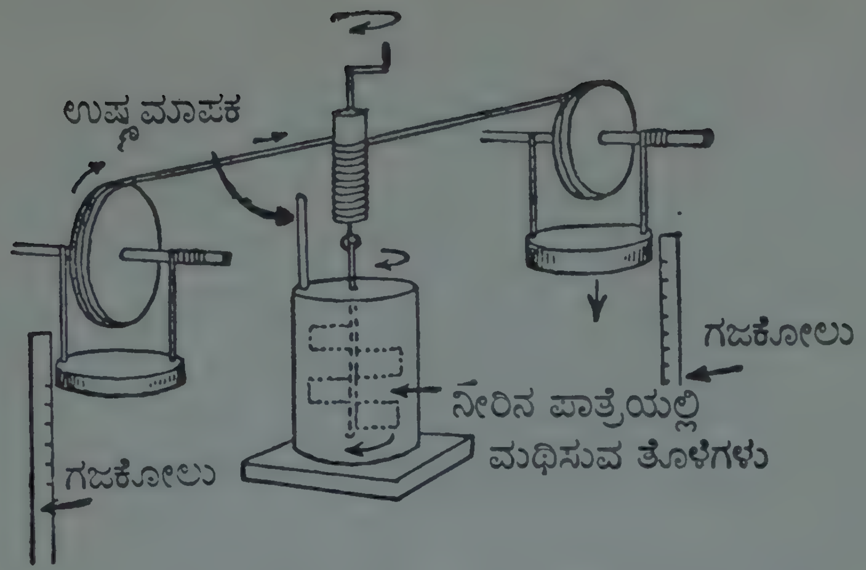
ಇದೇ ಮಾತು ಉಷ್ಣವಿಕಿರಣಗಳಿಗೂ ಅನ್ವಯವಾಗಬೇಡವೆ? ಆಗಿಯೇ ಆಗುತ್ತದೆ. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಉಷ್ಣವಲಯದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಸೂರ್ಯನ ಕಿರಣಗಳು ನೇರಾಗಿ, ಸರ್ವಸಾಮಾನ್ಯ ತಲಕ್ಕೆ ಲಂಬ



ಚಿತ್ರ 48: ವಿಕಿರಣಗಳ ತೀವ್ರತೆ.

ವಾಗಿಯೇ ಬಂದು ಸೇರುತ್ತವೆ. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಬೆಳಕೂ ಉಷ್ಣವೂ ಉಷ್ಣವಲಯದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು. ಉತ್ತರ ಮತ್ತು ದಕ್ಷಿಣಕ್ಕೆ ಸರಿದಂತೆ, ಈ ಕಿರಣಗಳು ಓರೆಯಾಗಿ ಭೂಮಿಗೆ ಬೀಳುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳ ತೀವ್ರತೆಯು ಕಮ್ಮಿಯೇ. ಮುಂದೆ ಚಿತ್ರ 55 ನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ. ಇಷ್ಟು ಮಾತ್ರವೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಈ ವಿಕಿರಣಗಳ ತೀವ್ರತೆಯಲ್ಲಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ವರ್ಷದುದ್ದಕ್ಕೂ ಕಂಡುಬರುತ್ತ ಋತುಭೇದಗಳಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗಿವೆ. ವಿಕಿರಣಗಳ ಪ್ರಸಾರನಿಯಮವಾದರೋ – ಬೆಳಕು, ಉಷ್ಣ, ಇನ್ನಿತರ ಯಾವ ರೂಪದ ವಿಕಿರಣವೇ ಇರಲಿ – ಅದರ ತೀವ್ರತೆಯು ಅದರ ಅಧಿಪತನಕೋಣದ ಕೋಜ್ಯಾವಿಗೆ (cosine ratio) ಅನುಪಾತಿಕವಾಗಿದೆ. ಇದರಿಂದಲಾದರೋ ಭೂಮಿಯು ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಅತಿ ಹತ್ತಿರವಿರುವುದು. ಡಿಸೆಂಬರ್, ಜನವರಿಗಳಲ್ಲೇ ಆದರೂ ಕೂಡ, ಆಗ ಸೂರ್ಯನ ವಿಕಿರಣಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಬಾಗುತ್ತ ಭೂಮಿಯನ್ನು ಸೇರುವ ಕಾರಣ, ಈ ವಿಕಿರಣಗಳ ತೀವ್ರತೆಯು ಕಡಿಮೆಯಾಗಿಯೇ ಕಂಡು ಬರುತ್ತದೆ.

ಉಷ್ಣದ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಸಾಮ್ಯ ಶಕ್ತಿಯು ಭೌತಕಾರ್ಯದ ಪ್ರೇರಕ ಇಲ್ಲವೆ ಸಂಚಯವೆಂತಲೂ, ಹಾಗೆಯೇ ಉಷ್ಣವು ಶಕ್ತಿಯ ರೂಪದಲ್ಲೊಂದು ಎಂತಲೂ ಈತನಕ ಪರಿಶೀಲಿಸಿದೆವು. ಆದರೆ, ಇದನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ರುಜುಪಡಿಸಿದ ಕೀರ್ತಿ ಜೇಮ್ಸ್ ಪ್ರೆಸ್ಕಾಟ್ ಜೂಲ್‌ನದು. ಈತನು ಉಷ್ಣ ಮತ್ತು ಯಾಂತ್ರಿಕ ಶಕ್ತಿಗಳ ಗಣಿತದ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಮೊತ್ತಮೊದಲು ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿ ಚಿತ್ರ 49ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂಥ ಯಂತ್ರವನ್ನು ರಚಿಸಿ, ಈ ಸಂಬಂಧಸೂಚಕಾಂಕವನ್ನು ಅಂದರೆ, ಉಷ್ಣ ಶಕ್ತಿಯ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಸಾಮ್ಯವನ್ನು (Mechanical Equivalent) ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಈ ಯಂತ್ರದಲ್ಲಿ ಭಾರವಾದ ಎರಡು ಕಲ್ಲುಗಳು ಉದ್ದವಾದ ಒಂದು ದಾರದ ಇಕ್ಕಡೆಗಳಲ್ಲೂ ತೂಗಲ್ಪಟ್ಟೋ ಅಥವಾ ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾದ ಎರಡು ಅಚ್ಚುಗಾಲಿಗಳಲ್ಲೋ ಕೆಳಗೆ ಬೀಳುತ್ತವೆ; ಕೆಳಗೆ ಬೀಳುತ್ತ, ಒಂದಷ್ಟು ಭೌತಕಾರ್ಯವನ್ನೆಸಗುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳ ಬೀಳುವಿಕೆಯಾದರೋ ಇವುಗಳ ನಡುವೆ ನಿಲ್ಲಿಸಲಾದ ಒಂದು ಸ್ತಂಭಾಕಾರದ ಸ್ಪಿಂಡಲ್, ತಿರುಪುದಂಡವನ್ನು (Spindle) ತಿರುಗಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಸ್ಪಿಂಡಲಿನ ಕೆಳಭಾಗವು ದೊಡ್ಡ ಪಾತ್ರೆಯೊಂದರಲ್ಲಿದ್ದು ಅದರ ಇಕ್ಕಡೆಗಳಲ್ಲೂ ತೊಳೆ(Paddle)ಗಳನ್ನು ಅಂಟಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ತೊಳೆಗಳು ತಿರುಗುತ್ತ, ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ನೀರನ್ನು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಮಥಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಮಥನದಿಂದ ಪಾತ್ರೆಯ ನೀರು ಬೆಚ್ಚಗಾಗುತ್ತದೆ. ಉಷ್ಣತೆಯ ಹೆಚ್ಚಳವನ್ನಳೆದು ಎಷ್ಟು ಉಷ್ಣವು ಈ ಕಾರ್ಯದಿಂದ ಲಭಿಸುತ್ತದೆಂದು ಲೆಕ್ಕಹಾಕಿ ಇಂಥ ಉಷ್ಣವಾದರೋ ಎರಡು ತೂಕದ ಕಲ್ಲುಗಳು ಮತ್ತೂ ಮತ್ತೂ ಇಷ್ಟು ಬಾರಿ ಇಷ್ಟು ದೂರ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಬಿದ್ದಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನೂ ಲೆಕ್ಕಿಸಿ ಇವೆರಡನ್ನೂ ಸಮೀಕರಿಸಿದರೆ, ಭೌತಕಾರ್ಯ ÷ ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿ = ಉಷ್ಣದ



ಚಿತ್ರ 49: ಜೂಲನ ಉಪಕರಣ

ಯಾಂತ್ರಿಕ ಸಾಮ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಜೂಲ್ (Joule) ನ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ 1ಪೌಂಡು ನೀರನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಇದನ್ನು ಮಥಿಸಿ, ಉಷ್ಣತೆಯು 1°F ಏರುವಾಗ ಎಷ್ಟರ ಭೌತಕಾರ್ಯವೆಸಗಿತ್ತು ಎಂಬುದನ್ನು ಲೆಕ್ಕಿಸಲಾಯಿತು. 1 ಪೌಂಡು ನೀರನ್ನು 1°F ನಷ್ಟು ಕಾಯಿಸಬೇಕಾದರೆ ಅವಶ್ಯವಿರುವ ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬ್ರಿಟಿಷ್ ಥರ್ಮಲ್ ಯುನಿಟ್ – B.T.U. – ಎಂಬುದಾಗಿ ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಇದರ ಬೆಲೆಯು ಯಾಂತ್ರಿಕಶಕ್ತಿಯ ಮಾನಗಳಲ್ಲಿ 778 ಫುಟ್‌ಪೌಂಡುಗಳು. ಹೀಗೆ ಆಂಗ್ಲ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣದ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಸಾಮ್ಯದ ಬೆಲೆಯು(778 ft. lbs. / B.T.U,) 778 ಫುಟ್‌ಪೌಂಡ್ ಪ್ರತಿ ಬ್ರಿಟಿಷ್ ಥೆರ್ಮಲ್ ಮಾನ ಉಷ್ಣಕ್ಕೆ ಎಂದು ಪರಿಗ್ರಹಿಸಲ್ಪಟ್ಟರೆ, ಮೆಟ್ರಿಕ್ ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣದ ಮಾನವು 1 ಗ್ರ್ಯಾಂ ನೀರನ್ನು 1°Cಯಷ್ಟು ಬೆಚ್ಚಗೆಮಾಡಲು ಅವಶ್ಯವಿರುವ ಉಷ್ಣವೆನಿಸುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು 1 ಕೆಲರಿ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ: 1 ಕೆಲರಿ ಉಷ್ಣವು 4.2 ಜೂಲ್ ಶಕ್ತಿಗೆ ಸಮ (1 ಜೂಲ್ = 10,000,000 ಅರ್ಗ್ (ergs)).

ದ್ರವ್ಯ ಮತ್ತು ಬಾಷ್ಪ ಗುಪ್ತೋಷ್ಣಗಳು ವಸ್ತುವಿನ ಘನ, ದ್ರವ ಮತ್ತು ಅನಿಲಾವಸ್ಥೆಗಳನ್ನು ಹಿಂದೆಯೇ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿರುವೆವು. ಒಂದೇ ವಸ್ತು ಘನರೂಪದಿಂದ ದ್ರವೀಕರಿಸುವ ವೇಳೆ ಉಷ್ಣತೆಯು ಸ್ಥಿರವಾಗಿದ್ದು, ಒಂದಷ್ಟು ಉಷ್ಣವು ಈ ಅವಸ್ಥಾಂತರದ ಬಗ್ಗೆ ಹೀರಲ್ಪಡುತ್ತದೆ; ಹಾಗೆಯೇ, ದ್ರವಾವಸ್ಥೆಯಿಂದ ಅನಿಲಾವಸ್ಥೆಗೆ ಆವಿಯಾಗಲು ಕೂಡ ಪ್ರತಿ ವಸ್ತುವಿಗೂ ಒಂದಷ್ಟು ಉಷ್ಣವು ಅದರ ಸ್ಥಿರ ಕ್ವಥನಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಅವಶ್ಯವಿರುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ದ್ರವೀಕರಣ ಮತ್ತು ಕ್ವಥನಗಳ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣತೆಯು ಸ್ಥಿರವಿದ್ದರೂ, ಈ ಅವಸ್ಥಾಂತರಗಳನ್ನೊದಗಿಸಲು ಒಂದಷ್ಟು ಉಷ್ಣವು ಅವಶ್ಯ. ಇದನ್ನು ಗುಪ್ತೋಷ್ಣ (Latent heat) ವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ; ಒಂದು, ದ್ರವ್ಯಗುಪ್ತೋಷ್ಣ. ಮತ್ತೊಂದು ಬಾಷ್ಪಗುಪ್ತೋಷ್ಣ. ನೀರು 0°C ನಲ್ಲಿ ಘನರೂಪದಿಂದ ದ್ರವಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಬಗ್ಗೆ ಪ್ರತಿ ಗ್ರ್ಯಾಂಗೂ 80 ಕೆಲರಿಗಳಷ್ಟು ಉಷ್ಣ ಅವಶ್ಯವಿದೆ. 80 ಕೆಲರಿ/ಗ್ರ್ಯಾಂ ಎಂಬುದೇ ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯ, ಇಲ್ಲವೆ ನೀರಿನ ದ್ರವ್ಯಗುಪ್ತೋಷ್ಣ. ಬ್ರಿಟಿಷ್ ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ ಇದೇ ದ್ರವ್ಯಗುಪ್ತೋಷ್ಣದ ಬೆಲೆಯು 144 B.T.U./lb. ಮತ್ತು ಈ ಸ್ಥಿರೋಷ್ಣತೆಯು 32°F. ಹಾಗೆಯೇ ನೀರು 212°F ಇಲ್ಲವೆ 100°C. ಯಲ್ಲಿ ಕ್ವಥನ ಹೊಂದುತ್ತ ಆವಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಆವಿಯಾಗಲು ಪ್ರತಿ ಗ್ರ್ಯಾಂ ನೀರಿಗೆ 540 ಕೆಲರಿ

ಗಳಷ್ಟು ಉಷ್ಣ, ಇಲ್ಲವೆ, ಪ್ರತಿಪೌಂಡಿಗೆ 792 B.T.U.ಗಳಷ್ಟು ಉಷ್ಣ ಅತ್ಯವಶ್ಯ. ಅಥವಾ, ನೀರಿನ ಬಾಷ್ಪ ಗುಪ್ತೋಷ್ಣವು 540 ಕೆಲರಿ/ಗ್ರಾಂ, ಇಲ್ಲವೆ 792.B.T.U/ಪೌಂಡು.

ದ್ರವವು ಆವಿಯಾಗಲು ಉಷ್ಣವು ಅವಶ್ಯವಷ್ಟೆ. ಹಾಗಾದರೆ ಆವಿಯು ಹನಿಯುವಾಗ, ಉಗಿಯು ನೀರಾಗಿ ಹನಿಯುವಾಗ, ಇಷ್ಟು ಉಷ್ಣವನ್ನು ಸೃಜಿಸುವುದೆ? ಹಾಗೆಯೇ ನೀರು ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿತಗೊಳ್ಳುವಾಗ, ಉಷ್ಣವನ್ನು ಸೃಜಿಸುವುದೆ? ಈ ಎರಡು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲೂ ಉಷ್ಣವು ಸೃಜಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಶೀತವಲಯಗಳಲ್ಲಿ ಮನೆಗಳನ್ನು ಬೆಚ್ಚಗಿಡಲು ಕುದಿಯುವ ನೀರಿಗಿಂತಲೂ ಉಗಿಯನ್ನೇ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ; ಮಾತ್ರವಲ್ಲ, ಉಗಿಯು ಉಂಟು ಮಾಡುವ ಗಾಯವು ಕುದಿಯುವ ನೀರಿನ ಗಾಯಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಹಾನಿಕಾರಕ, ಕಾರಣ, ಸಮಾನ ತೂಕದ ಉಗಿಯಲ್ಲಿ ನೀರಿಗಿಂತ ಎಷ್ಟೋ ಪಾಲು ಹೆಚ್ಚಿನ ಉಷ್ಣವಿರುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆಯೇ ನೀರು ಹೆಪ್ಪುಗಟ್ಟುವಾಗಲೂ, ಉಷ್ಣವನ್ನು ಸೃಜಿಸುತ್ತದೆ. ಸಸಿಗಳ ಸುತ್ತಲೂ ಕಡಾಯಿಗಳಲ್ಲಿ ನೀರನ್ನು ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯಾಗಲು ಬಿಟ್ಟಾಗ, ಈ ಘನೀಕರಣದ ವೇಳೆ ಸೃಜಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಉಷ್ಣವು ಸಸ್ಯವರ್ಗದ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಪೋಷಕವಾಗುತ್ತದೆ; ಫಕ್ಕನೆ, ಇಂಥ ಸಸಿಗಳ ಸುತ್ತಲೂ ನೀರು ಘನೀಕೃತವಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣ (Specific heat) ವಸ್ತುಗಳ ಸಾಪೇಕ್ಷಭಾರವನ್ನೋ, ಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನೋ, ನಾವು ಈ ಹಿಂದೆ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿರುವೆವಷ್ಟೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಸಮಾನ ಗಾತ್ರದ ವಸ್ತು ಮತ್ತು ನೀರುಗಳ ಜಡತ್ವವನ್ನೂ, ಇಲ್ಲವೆ ಭಾರವನ್ನೂ ತುಲನೆಮಾಡಿ ಬರೆದುಕೊಂಡಿರುವೆವು. ಹೀಗೆಯೇ ಸಮಾನ ತೂಕದ ವಸ್ತು ಮತ್ತು ನೀರುಗಳನ್ನು 1 ಡಿಗ್ರಿ ಬಿಸಿಮಾಡಲು ಅವಶ್ಯವಿರುವ ಉಷ್ಣಗಳನ್ನು ತುಲನೆ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವ ಕ್ರಮವಿದೆ. ಇಂಥ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಗಳನ್ನು ವಿವಿಧ ವಸ್ತುಗಳ ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣಗಳ ಕೋಷ್ಟಕ ಕೆಲರಿ/ಗ್ರಾಂ/ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡ್ ಇಲ್ಲವೆ ಬಿ.ಟಿ.ಯು./ಪೌಂಡ್/ಡಿಗ್ರಿ ಫಾರನ್ಹ್ಯಾಟ್.

ವಸ್ತು	ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣ	ವಸ್ತು	ವಿಶಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣ
ನೀರು	1.00	ತಾಮ್ರ	0.09
ಇಥೈಲ್ ಆಲ್ಕಹಾಲ್	0.55	ಹಿತ್ತಾಳೆ	0.09
ಮಂಜುಗಡ್ಡೆ	0.50	ಬೆಳ್ಳಿ	0.06
ಅಲ್ಯುಮಿನಿಯಂ	0.22	ತವರ	0.05
ಕಬ್ಬಿಣ	0.12	ಸೀಸ	0.03

ಭಾಗ ಎಂಟು

ಶಬ್ದ ಇಲ್ಲವೆ ವಸ್ತುಗಳ ಸ್ಪಂದನ

ಹೆರ್ಮನ್ ವಾನ್ ಹೆಲ್ಮ್‌ಹೋಲ್ಟ್ಸ್......ಸ್ಪಂದನ ಮತ್ತು ಸ್ಪಂದಿಸುವ ವಸ್ತುಗಳು...... ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ತರಂಗ ಚಲನೆ......ಶಬ್ದದ ವೇಗ......ಶಬ್ದದ ತರಂಗಗಳ ಸ್ವರೂಪ...... ಸ್ಥಾಯಿ (Pitch)......ಸ್ಪಂದನಸಂಖ್ಯೆ ಮತ್ತು ತರಂಗ ದೂರ...... ಸ್ಪಂದನಪಾರ...... ಡಾಪ್ಲರ್ (Doppler)ನ ಸೂತ್ರ......ಸಂಗೀತದ ಸ್ವರಗಳ ಸ್ಕೇಲ್......ತಂತಿ(ದಾರ)ಗಳ ಸ್ಪಂದನ ಸೂತ್ರಗಳು......ಸ್ವರದ ಭಾವ (quality)......ಸ್ಪಂದಿಸುವ ಅನಿಲಕಾಂಡಗಳು ......ಅನುರಣನೆ......ಪರೆಗಳ ಸ್ಪಂದನ......

ಹತ್ತೊಂಬತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ಜರ್ಮನ್ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಹೆರ್ಮನ್ ಲುಡ್ವಿಗ್ ಫರ್ಡಿನೇಂಡ್ ವಾನ್ ಹೆಲ್ಮ್‌ಹೋಲ್ಟ್ಸ್ (Herman Ludwig Ferdinand Von Helmholtz) ಎಂಬಾತನೇ ಅತಿ ಪ್ರಸಿದ್ಧನು. 31–8–1821ರಲ್ಲಿ ಜನಿಸಿದ ಈತನು ತಾಯಿಯ ಕಡೆಯಿಂದ ವಿಲಿಯಮ್ಸ್ ಪೆನ್‌ನ ವಂಶಜ; ಈತನ ತಂದೆ ಕೂಡ ಸುಸಂಸ್ಕೃತನಾದ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕನಾಗಿದ್ದನು. ಚಿಕ್ಕಂದಿನಲ್ಲೇ ಹೆಲ್ಮ್ ಹೋಲ್ಟ್ಸ್ ನಿಷ್ಠಾವಂತ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯೆನಿಸಿ, ವೈದ್ಯವಿದ್ಯೆಯ ಅಧ್ಯಯನವನ್ನಾರಂಭಿಸಿದನು. 28 ರ ವಯಸ್ಸಿನಲ್ಲೇ ಈತನನ್ನು ಕೊನಿಗ್ಸ್‌ಬರ್ಗ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದಲ್ಲಿ ಮನುಷ್ಯದೇಹಶಾಸ್ತ್ರದ ಅಧ್ಯಾಪಕ ನನ್ನಾಗಿ ನೇಮಿಸಲಾಯಿತು.

ಮನುಷ್ಯದೇಹಶಾಸ್ತ್ರ (Physiology) ದೊಂದಿಗೆ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರವನ್ನು ಹೊಂದಿಸಿ, ಅಧ್ಯ ಯನ ಮಾಡಿದವರಲ್ಲಿ ಹೆಲ್ಮ್‌ಹೊಲ್ಟ್ಸ್‌ನೇ ಮೊತ್ತಮೊದಲಿಗನು. ಅವನ ಕಾಲದ ತನಕ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರವು ಹೆಚ್ಚೆಂದರೆ ಗಣಿತದ ಆಧೀನತೆ, ಅವಲಂಬನೆಗಳನ್ನು ಪಡೆದಿತ್ತು. ಈತನಾದರೋ ದೇಹಶಾಸ್ತ್ರದ ಅನೇಕ ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು, ಮುಖ್ಯ ಪಂಚೇಂದ್ರಿಯಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ಜ್ಞಾನಸರ್ವಸ್ವವನ್ನೂ, ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಪದ್ಧತಿ ಪ್ರಕಾರ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಲಾರಂಭಿಸಿದನು.

ನಿಜಕ್ಕಾದರೂ ಹೆಲ್ಮ್‌ಹೋಲ್ಟ್ಸ್‌ನು ಪ್ರಸಿದ್ಧ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿಯೇ. ಶಬ್ದಪ್ರಕರಣದ ಅಭ್ಯಾಸ ವನ್ನು ಆರಂಭಿಸಿದನು ಈತನೇ. ಸ್ವರಗಳಲ್ಲಿನ ಸ್ಥಾಯಿ (pitch), ಘೋಷ (Intensity) ಮತ್ತು ಭಾವ (quality) ಎಂಬೀ ಮೂರು ಸ್ವತಂತ್ರ ಹಾಗೂ ಪರಸ್ಪರ ಪೂರಕ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಮೊತ್ತ ಮೊದಲು ವಿವರಿಸಿದನೂ ಈತನೆ:. "ಸ್ವರಗಳ ಸಂವೇದನೆ" (Sensation of tone) ಎಂಬ ಈತನ ಗ್ರಂಥವಾದರೋ ಶಬ್ದಶಾಸ್ತ್ರ ಮತ್ತು ಮನಃಶಾಸ್ತ್ರಗಳ ಸಮನ್ವಯ ಗ್ರಂಥವೇ ಆಗಿದೆ. ದೃಷ್ಟಿರಿಂದ್ರಿ ಯದ ಅಂತಃಪರೀಕ್ಷಕ (opthalmoscope)ದ ನಿರ್ಮಾತೃವೇ ಈತನು. ಇದು ಖಗೋಲಜ್ಞನಿಗೆ ದೂರದರ್ಶಕಗಳಿತ್ತಂಥ ಉಪಕಾರವನ್ನೇ ದೃಷ್ಟಿವೈದ್ಯರಿಗೆ ಈಯುತ್ತಲಿದೆ ಎಂದರೆ ಆ ನಿರ್ಮಾಣದ ಮಹತ್ವ ನಿಮಗೆ ತಿಳಿದೀತು.

1856 ರಲ್ಲಿ ಈತನು ತನ್ನ ಎರಡನೆ ಗ್ರಂಥವಾದ "ದೈಹಿಕಗುಣಗಳು" (Physiological traits) ಎಂಬುದನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದನು. ಈ ಪುಸ್ತಕವಂತೂ ದೃಷ್ಟಿರಿಂದ್ರಿಯವನ್ನು ಕುರಿತ ಅದ್ಭುತ ಗ್ರಂಥವೇ ಆಗಿದೆ.

ತನ್ನ 50ನೇ ವಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಹೆಲ್ಮ್‌ಹೋಲ್ಟ್ಸ್ ಬರ್ಲಿನ್ ವಿದ್ಯಾಲಯದಲ್ಲಿ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕನಾದನು. ಥೋಮಸ್ ಯಂಗ್ ಮತ್ತು ಇವನೂ ಸೇರಿಯೇ ವರ್ಣದೃಷ್ಟಿಯನ್ನು ಕುರಿತ ನೂತನ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಮೊತ್ತಮೊದಲು ರೂಪಿಸಿದವರು.

ಮುಂದೆ ಹೆಲ್ಮ್‌ಹೋಲ್ಟ್ಸ್‌ನು ತನ್ನ ಶಿಷ್ಯನಾದ ಹರ್ಟ್ಸ್‌ನಿಗೆ ಯಾವುದೋ ಒಂದು ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ಕುರಿತ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ನಡೆಸಲು ಆಜ್ಞಾಪಿಸಿದನು. ಇದರ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲೇ ಹರ್ಟ್ಸ್ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಿದನು; ಅವನ್ನು ಗುರುತಿಸಿದನು. ಇವೇ ಮುಂದೆ, ಇಂದಿನ ರೇಡಿಯೋ, ಟೆಲಿವಿಜನ್, ರೇಡಾರ್ ಮೊದಲಾದುವುಗಳಿಗೆ ಕಾರಣವಾದುವು ಎಂದರೆ ಹೆಲ್ಮ್‌ಹೋಲ್ಟ್ಸ್‌ನ ಪ್ರತಿಭೆಯೇ ಇವುಗಳ ಆವಿಷ್ಕಾರಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೆಂದರೆ ತಪ್ಪೇನು?

ದ್ರವಚಲನ, ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲನ, ಹವಾಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ ಮೊದಲಾದ ಶಾಸ್ತ್ರಭಾಗಗಳಲ್ಲೂ ಹೆಲ್ಮ್‌ಹೋಲ್ಟ್ಸ್‌ನು ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸಿದ್ದನು. ಈತನು ತನ್ನ ಇದೇ ಇಪ್ಪತ್ತನೆ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಬರೆದಿರುವ 'ಬಲದ ರೂಪಾಂತರ, (on the conversion of force) ಎಂಬ ಪ್ರಬಂಧವಾದರೋ ಹತ್ತೊಂಭತ್ತನೆಯ, ಇಪ್ಪತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನಗಳ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪ್ರಬಂಧಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಅಪ್ರತಿಮವೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ. 8–9–1894 ರಂದು ಗತಿಸಿದ ಈ ಧೀರ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಬಹಳ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ದುಡಿದಿದ್ದರೂ ಈತನಿಗೆ ಬಹಳ ರುಚಿಸಿದ ಕ್ಷೇತ್ರವೇ ಧ್ವನಿಗಳ – ಶಬ್ದದ – ಕ್ಷೇತ್ರ ಎಂದು ಈತನೇ ಹೇಳಿರುತ್ತಾನೆ.

ಸ್ಪಂದಿಸುವ ವಸ್ತುಗಳು ವಸ್ತುಗಳ ಸ್ಪಂದನೆಯಿಂದಲೇ ಶಬ್ದವು ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ, ಸ್ಪಂದನೆಯಿಂದ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ಅಲೆಗಳು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಹಬ್ಬುತ್ತಲೂ, ಶಬ್ದವು ಸಂಚರಿಸುತ್ತದೆ. ಶಬ್ದವು ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ಸ್ಥಳದಿಂದ ಸುತ್ತಲೂ ಶಬ್ದವು ಗೋಲಾಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಹಬ್ಬುವುದು; ಹಬ್ಬುತ್ತ, ಕಿವಿಯ ವಪೆಯನ್ನು ಮುಟ್ಟಿದಾಗಲೋ, ಆ ವಪೆಯು ಸ್ಪಂದಿಸುತ್ತ, ಶಬ್ದಗಳ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ನಮಗೆ ತಿಳಿಸುವುದು.

ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ಮಾಧ್ಯಮವಿಲ್ಲದೆ ಶಬ್ದವು ಸಂಚರಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ನಮ್ಮ ವಾತಾವರಣವೇ ಶಬ್ದವು ಸಂಚರಿಸತಕ್ಕ ಮುಖ್ಯ ಮಾಧ್ಯಮ. ಶಬ್ದಪ್ರಸಾರಕ್ಕೆ ಗಾಳಿಯು ಅವಶ್ಯ ಮತ್ತು ಗಾಳಿಯೇ ತಾನು ಬೀಸದಿದ್ದರೂ, ಶಬ್ದವನ್ನು ಹೊತ್ತು ಸಾಗಿಸುತ್ತದೆಂಬುದನ್ನು ಹೇಗೆ ತೋರಿಸುವಿರಿ? ಬಹಳ ಸದ್ದಿರುವ ಸನ್ನಿವೇಶದಲ್ಲಿ ತೆಳ್ಳನಾದ ಹೇಟುಗಳ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯನ್ನು ಹಿಡಿಯಿರಿ. ಇದು ಶಬ್ದದ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ, ಇದ್ದಲ್ಲೇ ಅದುರುತ್ತದೆ. ಇವೇನೋ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪಾರದ–ಅವಕಾಶದ (Amplitude–ಸ್ಪಂದನಾಂತರ) ಸ್ಪಂದನಗಳೇನೂ ಅಲ್ಲ; ಆದರೂ, ಇವನ್ನು ನಾವು ಅನೇಕ ವೇಳೆ ಗುರುತಿಸಬಲ್ಲೆವು. ದೂರದ ಗಗನದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಸಿಡಿಲ ಆರ್ಭಟವನ್ನು ಅನೇಕ ವೇಳೆ ನಮ್ಮ ಮನೆ ಬಾಗಿಲುಗಳೋ, ಕಿಟಕಿಗಳೋ, ತಾವು ಸ್ಪಂದಿಸುತ್ತಲೇ ತೋರುವುದಿದೆ.

ಇನ್ನೊಂದು ಪ್ರಯೋಗವನ್ನೂ ಇಲ್ಲಿ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಬಹುದು. ವಾಯುಶೋಷಕ ಯಂತ್ರದಿಂದ ಒಂದು ಗಾಜಿನ ಪಾತ್ರೆಯಿಂದ ಗಾಳಿಯನ್ನು ಶೋಷಿಸುತ್ತೇವೆ ಎನ್ನಿರಿ. ಅದರೊಳಗೆ ಒಂದು ಶಬ್ದ ಮಾಡುವ ಗಡಿಯಾರವನ್ನಿಡಲಾಗಿದೆ ಎನ್ನಿರಿ. ಹೊರಗಿನಿಂದ ಗಡಿಯಾರದ ಮುಳ್ಳುಗಳು ಚಲಿಸುತ್ತವೆ, ಅದು ಸದ್ದೂ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಹೊರಗೆ ನಿಂತಲ್ಲೇ ಅರಿತುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ವಾಯುವನ್ನು ಶೋಷಿಸಿದಂತೆ, ಮುಳ್ಳುಗಳು ಚಲಿಸುತ್ತಿದ್ದರೂ ಹೊರಗಿನಿಂದ ಶಬ್ದ ಕೇಳುವುದು ಕ್ಷೀಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಎಲ್ಲ ವಾಯುವು ಶೋಷಣೆಯಾದಾಗ, ಸದ್ದು ಸ್ವಲ್ಪವೂ ಕೇಳುವುದಿಲ್ಲ. ಪುನಃ ಗಾಳಿಯನ್ನು ಒಳಗೆ ಬಿಟ್ಟಾಗ ಪುನಃ ಸದ್ದು ಕೇಳುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಬೆಳಕು ನಿರ್ವಾತ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆಯಾದರೂ ಸದ್ದೇನೂ ನಿರ್ವಾತ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸಲಾರದು.

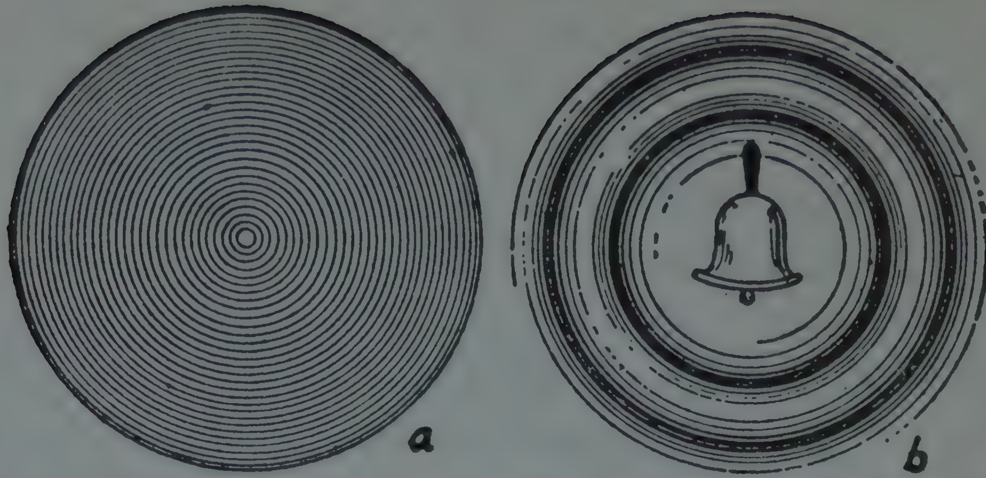
ಶಬ್ದದ ದ್ರುತಿ 0°C ಶಾಖದಲ್ಲಿ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಶಬ್ದವು ಸುಮಾರು ಸೆಕುಂಡು ಒಂದರ 1087 ಅಡಿ ದೂರ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿ ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡಿನ ಹೆಚ್ಚಳಕ್ಕೆ ಮತ್ತೂ 2 ಅಡಿ ಹೆಚ್ಚು ದೂರದಂತೆ ಚಲಿಸುತದೆ. 30°C ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಶಬ್ದವು ಸೆಕುಂಡು ಒಂದರ 1,147 ಅಡಿ ದೂರ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ.

ಈ ದ್ರುತಿಯೋ ಸುಮಾರು ಗಂಟೆ ಒಂದರ 750 ಮೈಲಿ ವೇಗಕ್ಕೆ ಸಮ. ಉಷ್ಣತೆಯು ಹೆಚ್ಚಳದ ಕಾರಣದಿಂದ ಶಬ್ದದ ವೇಗವು ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆಯಷ್ಟೆ; ಹಾಗೆಯೇ ಉಷ್ಣತೆಯ ಕೊರತೆಯ ದೆಸೆಯಿಂದಲೂ ಈ ವೇಗವು ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದೂ ಇದೆ. ಗಾಜಿನ ಜಾಡಿಯೊಂದರಿಂದ 500 ಅಡಿ ದೂರದಲ್ಲಿ ನಿಂತ ಒಬ್ಬನು ತನ್ನ ರೈಫಲಿನಿಂದ ಅದಕ್ಕೆ ಗುರಿಯಿಟ್ಟು ಗುಂಡನ್ನೆಸೆದರೆ, ಜಾಡಿಯು ಒಡೆದನಂತರವೇ ಗುಂಡು ಹಾರಿಸಿದ ಶಬ್ದವು ನಿಮಗೆ ಕೇಳಬಹುದು; ಅಂದರೆ, ಶಬ್ದಕ್ಕಿಂತಲೂ ವೇಗವಾಗಿ ಈ ಗುಂಡು ಹಾರುತ್ತದೆ ಎಂಬುದು ಇದರಿಂದ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ.

ನೀರಿನಲ್ಲಿ, ಗಾಳಿಗಿಂತ $4\frac{1}{2}$ ಪಾಲು ಹೆಚ್ಚಿನ ವೇಗದಿಂದ ಶಬ್ದವು ಚಲಿಸುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ ಸೆಕುಂಡು ಒಂದರ ಶಬ್ದವು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 5,000 ಅಡಿ ದೂರ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಶಬ್ದ ಚಲಿಸುವುದನ್ನಾಧರಿಸಿಯೇ, ಸಾಗರಗಳ, ಜಲಾಶಯಗಳ ಆಳವನ್ನೂ ನಿಶ್ಚಯಿಸಲಾಗಿದೆ. ಶಬ್ದವನ್ನು ನೀರಿನ ಮೇಲಿನಿಂದ ಕೆಳಮುಖವಾಗಿ ಹಾಯಿಸಿ, ಸಾಗರದ ತಲದಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲನಹೊಂದಿದ ಶಬ್ದವು ಪುನಃ ಎಷ್ಟು ಸೆಕುಂಡುಗಳ ತನಕ ಹೊರಟ ಭಾಗಕ್ಕೆ ಬಂದು ಸೇರುತ್ತದೆಂಬುದನ್ನು ಅಳೆದು, ಸಾಗರದ ಆಳವನ್ನು ಕಂಡು ಹುಡುಕುತ್ತಾರೆ. ಶಬ್ದ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಧ್ವನಿಗಳ ನಡುವಣ ಸಮಯದ ಅಂತರದ ಅರ್ಧಕ್ಕೆ (ಸೆಕುಂಡುಗಳಲ್ಲಿ) 5,000 ದಿಂದ ಗುಣಿಸಿದರೆ, ಆಳವು ಅಡಿಗಳಲ್ಲಿ ನಿರ್ಣಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಅಂತರವು 4 ಸೆಕುಂಡುಗಳಾದರೆ, ಸಾಗರದ ಆಳವು $=\frac{4}{2}\times 5000 = 10,000$ ಅಡಿ, ಇಲ್ಲವೆ 1660 ಆಳ (ಫೆಥಮ್ಸ್, Fathoms).

ಮಿಂಚು ಮತ್ತು ಗುಡುಗುಗಳೋ ಏಕಕಾಲಿಕ ಘಟನೆಗಳು; ಆದರೆ, ನಾವು ಗುಡುಗನ್ನು ತುಸು ನಂತರವಷ್ಟೇ ಕೇಳುತ್ತೇವೆ; ಕಾರಣ, ಮಿಂಚಿನ ಬೆಳಕಿಗೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ಗುಡುಗಿನ ಸದ್ದು ಬಹಳ ಮೆಲ್ಲನೆ ಸಂಚರಿಸುವಂಥದ್ದು. ಬೆಳಕು ಅನಂತ ವೇಗದಿಂದಲೇ ಚಲಿಸುವಂಥದು ಎಂದೆಣಿಸಿಕೊಂಡರೆ ಮಿಂಚು ಮತ್ತು ಗುಡುಗುಗಳ ನಡುವಣ ಸೆಕುಂಡುಗಳ ಅಂತರವನ್ನು ಸುಮಾರು 1,100ರಿಂದ ಗುಣಿಸಿದರೆ, ಎಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿ ಈ ಸನ್ನಿವೇಶವೊದಗಿದೆ, ಎಷ್ಟು ದೂರದಿಂದ ಮಿಂಚಿಗೆ ಕಾರಣವಾದ ಮೋಡ ಸಾಗುತ್ತಿದೆ, ಎಂದೂ ಲೆಕ್ಕಹಾಕಬಹುದು. ಸುಮಾರು 200 ಅಡಿ ದೂರದಿಂದ ಒಬ್ಬ ಬಡಗಿ ಸುತ್ತಿಗೆಯಿಂದ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದಾನೆನ್ನಿರಿ. ಆಗಲೋ ನಿಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಆತನು ಸುತ್ತಿಗೆಯನ್ನು ಮೇಲೆತ್ತಿದಾಗಲಷ್ಟೇ ಹೊಡೆದ ಸದ್ದು ಕೇಳಬಹುದು; ಕಾರಣ, ಬೆಳಕು ಅನಂತ ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುತ್ತ ನಿಮ್ಮ ದೃಷ್ಟಿಯು ಆತನ ಸುತ್ತಿಗೆಯ ಸ್ಪಂದನಗಳನ್ನವಲೋಕಿಸುತ್ತಿದ್ದರೆ, ಅದರ ಧ್ವನಿಯು ಸುಮಾರು $(\frac{1}{6})$ ಸೆಕುಂಡುಗಳ, ಅಂತರದಲ್ಲಷ್ಟೇ ನಿಮ್ಮ ಕಿವಿಗೆ ಬಂದು ಬೀಳುತ್ತದೆ; ಅಷ್ಟರಲ್ಲಿ ಪುನಃ ಸುತ್ತಿಗೆಯನ್ನು ಆತನು ಪುನಃ ಎತ್ತಿರುತ್ತಾನೆ.

ಶಬ್ದದ ಅಲೆಗಳ ಸ್ವರೂಪ ಶಬ್ದವು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಅಲೆ (ತರಂಗ, wave)ಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವಂಥದು. ಈ ಅಲೆಯೋ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಕ್ರಮವಾಗಿ ಉಂಟಾಗುವ ಒಂದು ತರದ ಅವ್ಯವಸ್ಥೆಯೆಂದರೂ (disturbance) ತಪ್ಪಲ್ಲ. ಆದರೆ, ಈ ಅವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲೂ ಒಂದು ತರದ ಕ್ರಮವಿದೆ, ಒಂದು ತರದ ಆವರ್ತವಿದೆ. ಅನೇಕ ವೇಳೆ, ಇದು ಕ್ರಮಪ್ರಕಾರ ಗೋಚರಿಸುವ ಅವ್ಯವಸ್ಥಿತಸ್ಥಿತಿಯಾದರೂ ಕೆಲವು ವೇಳೆ ಬಹಳ ದೊಡ್ಡ ಶಬ್ದಗಳ ಸನ್ನಿವೇಶದಲ್ಲಿ ಇದು ಹಾನಿಯನ್ನುಂಟುಮಾಡುವ ಸಂಭವವೂ ಇದೆ. ಇದು ಹೇಗೆ? ಚಿತ್ರ 50ನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿರಿ. ಇದರಲ್ಲಿ (a) ಯಲ್ಲಿ ಗಾಳಿಯ ವ್ಯವಸ್ಥಿತ ಸಾಮಾನ್ಯ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಚಿತ್ರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಚಿತ್ರ (b)ಯಲ್ಲಿ ಗಂಟೆಯನ್ನು ಬಾರಿಸಿದಾಗ ಏಕಪ್ರಕಾರದ ಹಂಚಿಕೆ, ಸಾಂದ್ರತೆಗಳುಳ್ಳ ಗಾಳಿಯು ಹೇಗೆ ಕೆಲವೆಡೆ ಸಾಂದ್ರವಾಗಿಯೂ (dense, condensation) ಹೇಗೆ ಇನ್ನು ಕೆಲವೆಡೆಯಲ್ಲಿ ಶುಷ್ಕವಾಗಿಯೂ (rare), ವ್ಯವಸ್ಥಿತವಾಗಿ, ಎಂದರೆ, ಇಂಥ ಶುಷ್ಕ ಮತ್ತು ಸಾಂದ್ರ ಭಾಗಗಳು ಹೇಗೆ ಸದ್ದಿನ ಕೇಂದ್ರದ ಸುತ್ತಲೂ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಆವರ್ತವಾಗಿ ಗೋಚರಿಸುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನು



ಚಿತ್ರ 50: ಶಬ್ದದ ಅಲೆಗಳ ಕಾರಣ ಮಾಧ್ಯಮದ ಸಾಂದ್ರತೆಯಲ್ಲಿನ ಹಂಚಿಕೆ – ಪುನರ್ವ್ಯವಸ್ಥೆ.

ಚಿತ್ರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಗಂಟೆಯು ಸದ್ದು ಮಾಡಿದೊಡನೆ ಆ ಭಾಗದ ಗಾಳಿಯು ತಳ್ಳಲ್ಪಟ್ಟು ತುಸು ದೂರದಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಲೂ ಗಾಳಿ ಸಾಂದ್ರವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಸಾಂದ್ರಭಾಗ (condensation)ವೆನ್ನಬಹುದು. ಇಂಥ ಸಾಂದ್ರೀಕರಣವಾದರೋ ತನ್ನ ಸುತ್ತಲೂ ಎರಡು ಅಂಚುಗಳಲ್ಲೂ, ಶೋಷಣ (Rarefaction) ವನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಗುಡ್ಡಗಳು ಇದ್ದಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಲೂ, ಆಚೆ, ಈಚೆ ತಗ್ಗು ಇರುವುದು ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಷ್ಟೆ! ಇಲ್ಲವೆ, ನೆಲದ ಮಣ್ಣನ್ನು ಒಂದೆಡೆ ನೀವು ಒಟ್ಟುಮಾಡಿ ಕಲೆತು ಹಾಕುವಿರಾದರೆ, ಅದರ ಸುತ್ತಲಿಂದಷ್ಟೇ ನೀವು ಮಣ್ಣನ್ನೆಳೆಯಬೇಕು, ಅಂದಬಳಿಕ, ಈ ಏರಿನ ಸುತ್ತಲೂ ತಗ್ಗು ಇರುವುದು ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಲ್ಲವೆ? ಹೀಗೆಯೇ ಸದ್ದಿನ ಕೇಂದ್ರದ ಸುತ್ತಲೂ ಸಾಂದ್ರಭಾಗಗಳೂ, ಮತ್ತು ಇವುಗಳ ದೆಸೆಯಿಂದಲೆಂಬಂತೆ, ಸುತ್ತಲೂ ಶುಷ್ಕ ಭಾಗಗಳು ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ. ಗಾಳಿಯ ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕ ಗುಣದಿಂದಾಗಿ ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯು ಮುಂದೆ ಮುಂದೆ ಸಾಗುತ್ತಲೇ ಇದ್ದು, ಸದ್ದಿನಿಂದ ಉಂಟಾದ ಈ ಅವ್ಯವಸ್ಥೆಯು ಮುಂದುವರಿಯುತ್ತದೆ. ಈ ಸ್ಥಿತಿಯು ಉಗಮದಿಂದ ಸುತ್ತಲೂ ಎಲ್ಲೆಡೆಗಳಿಗೂ ಮುಂದುವರಿಯುವುದನ್ನೇ ಅಲೆ, ತರಂಗ (wave) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಸದ್ದುಗಳತೀವ್ರತೆಯು – ಘೋಷವು (Intensity) ಕಮ್ಮಿಯಿದ್ದಾಗ, ಈ ಅಲೆಯು ಹಾನಿಕಾರಕವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಹೀಗಿದ್ದರೂ ಕೂಡ, ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಈ ಸಾಂದ್ರೀಕರಣ ಮತ್ತು ಶೋಷಣಗಳಿಂದುಂಟಾದ ನಡುಕವು ತೆಳ್ಳಗಿನ ಗ್ಲಾಸಿನ ಕಿಟಿಕಿ ಬಾಗಿಲುಗಳನ್ನು ಒಡೆದುಬಿಡುವುದಿದೆ; ಅಂದರೆ, ಈ ಅಮುಕಾಟ ಮತ್ತು ಶೋಷಣಗಳು ಫಕ್ಕನೆ ನಡೆಯುವ ಕಾರಣ, ಇಂಥ ಬಲಗಳ ಆಕಸ್ಮಿಕ ವಿರೋಧವನ್ನು ಕಿಟಿಕಿಬಾಗಿಲು ತಾನು ತೆಳ್ಳನಾದ ಕಾರಣ, ತಡೆಯುವ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಶ್ರುತಿಕವಲು (Tuning forks), ಸಂಗೀತ ಉಪಕರಣ, ತಂತಿವಾದ್ಯಗಳೋ, ಸುಷೀರವಾದ್ಯಗಳೋ, ಇಲ್ಲವೆ ಸನ್ನದ್ಧವಾದ್ಯಗಳೋ ಯಾವುವೇ ಇರಲಿ, ಶಬ್ದವನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಿದಾಗಲೆಲ್ಲ, ಅವುಗಳ ಸುತ್ತಲಿನ ಗಾಳಿಯನ್ನು ಇಂಥ ಅಲೆಗಳು ತುಂಬಿಬಿಡುತ್ತವೆ.

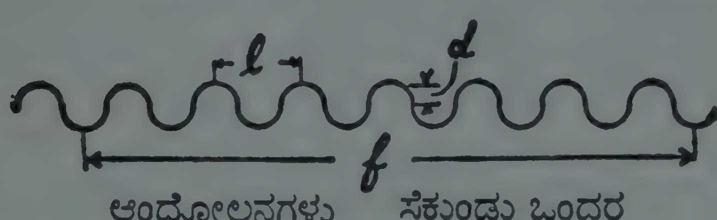
ಶಬ್ದದ ಸ್ಥಾಯಿ ಶಬ್ದವು ಇಂಪಾದ ಸಂಗೀತಧ್ವನಿ ಇರಬಹುದು, ಇಲ್ಲವೆ ಅವ್ಯವಸ್ಥಿತವಾದ, ಅನೇಕ ವೇಳೆ ಅತ್ಯಂತ ಕರ್ಕಶವೂ ಆದ ಕಠೋರ ಸದ್ದಾಗಿರಬಹುದು (Noise). ಕಠೋರ ಸದ್ದುಗಳಲ್ಲಿ ಇಂಪು ಇರದು, ವ್ಯವಸ್ಥೆಯೂ ಇರದು; ಮಾತ್ರವಲ್ಲ, ಇವಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾದ ಸ್ಪಂದನಗಳಲ್ಲಿ ಕೂಡ ನಿಯತ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯೇನೂ ತೋರದು. ಆದರೆ ಇಂಪಾದ ಸ್ವರಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಅವುಗಳ ಸ್ಥಾಯಿ (pitch)ಯೇ ಮುಖ್ಯ ಲಕ್ಷಣವೆನಿಸುತ್ತದೆ. ಮನುಷ್ಯನ ಶ್ರವಣೇಂದ್ರಿಯಗಳು ಸುಮಾರು ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆ 40 ರಿಂದ, 10,000 ಇರುವ ಶಬ್ದಗಳ ಸ್ಥಾಯಿಯನ್ನು ಗುರುತಿಸಬಲ್ಲುವು. ಈ ಮಿತಿಗಳೊಳಗಿನ ಸತತವಾಗಿ

ನುಡಿಯುವ ಇಂಪಾದ ಶಬ್ದಗಳಿಗೆಲ್ಲ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಸ್ಥಾಯಿಯಿದ್ದೇ ಇದೆ. ಇದು ತಾನು ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನೇ ಹೊಂದಿದೆ ಎನ್ನಬಹುದು.

ಪಿಯಾನೋ ವಾದ್ಯದ ಮಧ್ಯ Cಯು 256 ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಇಂಪಾದ ಶಬ್ದ. ಯಾವ ಉಪಕರಣದಿಂದಲೂ ಪ್ರತಿ ಸೆಕುಂಡಿಗೂ ನಿಮ್ಮ ಕಿವಿಗೆ 256 ಅಲೆಗಳು ಬಂದು ಮುಟ್ಟಿದುವೆಂದರೆ ಆ ಸದ್ದೆಲ್ಲ 256ರ ಸ್ಥಾಯಿಯದು, ಇಲ್ಲವೆ ಮಧ್ಯ Cಯ ಸ್ಥಾಯಿಯದು. 'ಇದರ ಅಷ್ಟಕ' C ಯ ಸ್ಥಾಯಿಯು (ತಾರಕ Cಯದು) $256 \times 2 = 512$ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ ಇಂಪಾದ ಸ್ವರ; ಹಾಗೆಯೆ, ಕೆಳಸ್ಥಾಯಿಯಲ್ಲಿನ C (ಮಂದ್ರ C)ಯು $256 \div 2 = 128$ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳದು. ಅಂತೆಯೇ D ಸ್ವರವು 288 ಮತ್ತು E ಸ್ವರವು 320, ಅನುಕ್ರಮವಾದ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯ ಸ್ವರಗಳು. ಒಂದನೆ ಅಷ್ಟಕದ ಸ್ವರಗಳಾದರೋ ಎರಡು ಪಾಲು ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯ ಸ್ವರಗಳು, ಎರಡನೆ ಅಷ್ಟಕದ ಸ್ವರಗಳಾದರೋ $2^2 = 4$ ಪಾಲು ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯ ಇಂಪಾದ ಸ್ವರಗಳು.

ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆ, ಅಲೆಯ ನೀಳ ಮತ್ತು ಪಾರ (ತರಂಗ ದೂರ, ತರಂಗಾವಕಾಶ)

ಪ್ರತಿ ಅಲೆಗೂ, ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆ (frequency) ನೀಳ, ತರಂಗದೂರ (wavelength) ಮತ್ತು ಪಾರ (amplitude) ಗಳಿವೆ. ಚಿತ್ರ 51ರಲ್ಲಿ ಇವನ್ನೆಲ್ಲ ತೋರಲಾಗಿದೆ. ಸದ್ದು ಹರಿಯುವ



l = ತರಂಗ ದೂರ f = ತರಂಗಾವೃತ್ತಿ ಸಂಖ್ಯೆ ಮತ್ತು d = ತರಂಗಪಾರ.

ಚಿತ್ರ 51:

ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಬಿಂದುವು ಎಷ್ಟು ಬಾರಿ ಸ್ಪಂದಿಸುವುದು? ಇದೇ ಆ ಅಲೆಯ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯೆನಿಸುವುದು. ಅಲೆಯಾದರೋ ನೀರಿನ ಮೇಲಣ ಅಲೆಯಂತೆ, ಅಲ್ಲಲ್ಲಿ ಉಬ್ಬುಗಳನ್ನೂ, ಇವುಗಳ ನಡುವೆ ತಗ್ಗುಗಳನ್ನೂ, ಪ್ರದರ್ಶಿಸಬೇಕಷ್ಟೇ. ಎರಡು ಅನುಕ್ರಮವಾದ ಉಬ್ಬುಗಳ (crest) ನಡುವಣ ದೂರವನ್ನೋ, ಇಲ್ಲವೆ, ಎರಡು ಅನುಕ್ರಮವಾದ ಬಾನೆಗಳ (troughs ತಗ್ಗು) ನಡುವಣ ದೂರವನ್ನೋ ತರಂಗದೂರ, ಅಲೆಯ ನೀಳ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಸಾಮಾನ್ಯ ಮಟ್ಟದಿಂದ ಅಲೆಯು ಎಷ್ಟು ಎತ್ತರಕ್ಕೆ, ಇಲ್ಲವೆ ಎಷ್ಟು ಆಳಕ್ಕೆ ಚಾಚುತ್ತದೆನ್ನುವುದೇ ಅದರ ಪಾರ(amplitude)ದ ಪರಿಮಾಣ. ಇನ್ನು ತರಂಗ ಹಬ್ಬುವ, ಇಲ್ಲವೆ ಅಲೆಯು ಹಬ್ಬುವ ವೇಗ (speed)ವಾದರೋ = ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆ × ಅಲೆಯ ನೀಳ. ಉಷ್ಣತೆಯು ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ಮಾಧ್ಯಮವೊಂದರಲ್ಲಿ ಶಬ್ದದ ಹರಿವಿನ ದ್ರುತಿಯು ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆಯಷ್ಟೇ ಆದರೆ ವಸ್ತುವಿನ ಸ್ಪಂದನದ ಸಂಖ್ಯೆಯೇನೂ ಹೆಚ್ಚಲಾರದು, ಆವರ್ತನಸಂಖ್ಯೆಯೂ ಹೆಚ್ಚಲಾರದು. ಆದುದರಿಂದ ಅಲೆಯ ನೀಳವು ಮಾತ್ರ ಉಷ್ಣತೆಯಿಂದ ಕಡಿಮೆಯಾಗಬಲ್ಲುದು. ಆದರೆ ನಿಶ್ಚಿತ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ, ನಿಶ್ಚಿತ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಶಬ್ದದ ವೇಗವು ಸ್ಥಿರವಿರುವ ನಿಮಿತ್ತ, ಅಧಿಕಾವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಇಂಪಾದ ಸ್ವರಗಳು (ಸ್ವನಗಳು) – ತಾರಸ್ಥಾಯಿಯ ಸ್ವನಗಳು- ಕಮ್ಮಿ ಅಲೆಯ ನೀಳವನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತವೆ; ಮಂದ್ರಸ್ಥಾಯಿಯ ಸ್ವನಗಳೋ, ಹೆಚ್ಚಿನ ನೀಳವನ್ನೇ ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತವೆ.

ಡಾಪ್ಲರನ ನಿಯಮ ರೈಲ್ವೇ ನಿಲ್ದಾಣದಲ್ಲಿ ನಿಂತು ದೂರದಲ್ಲಿ ನಿಂತ ಟ್ರೈನಿನ ಇಂಜಿನು ಸೀಟಿ ಹಾಕುವುದನ್ನು ಕೇಳಿರಿ. ಈ ಸದ್ದಿನ ಸ್ಥಿರ ಸ್ಥಾಯಿಯೊಂದಿದೆ. ನಿಂತಲ್ಲೇ ಸೀಟಿ ಹಾಕುವುದರ ಬದಲು, ಈ ಇಂಜಿನು ನಿಲ್ದಾಣವನ್ನು ಸಮೀಪಿಸುತ್ತಲಿದ್ದರೆ, ಸೀಟಿಯು ಮತ್ತೂ ತಾರಕದಲ್ಲಿದ್ದಂತೆ – ಕರ್ಕಶವಾದಂತೆಯೂ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ – ಇದು ತೋರಿಕೆಗೆ ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಅಂದರೆ ನಮ್ಮ ಕಿವಿ ಕೇಳುವಂತೆ ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ನಿಜಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲ; ಕಾರಣ, ಸೀಟಿಯಲ್ಲಿ ಅದರ ಸ್ಥಾಯಿಯುನ್ನು ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನೇನೂ ಹೆಚ್ಚು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಲಾಗಿಲ್ಲ. ಹೀಗೆ ಸದ್ದು ಮಾಡುವ ವಸ್ತು ತಾನು ಸದ್ದನ್ನು ಕೇಳುವವನನ್ನು ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ಸಮೀಪಿಸಿದಂತೆ, ಸದ್ದಿನ ಸ್ಥಾಯಿ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆಯೂ, ಇದಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ದೂರ ಸರಿದಾಗಲೋ, ಸ್ಥಾಯಿಯು ಕಮ್ಮಿಯಾದಂತೆಯೂ ಭಾಸವಾಗುವುದು. ಇದನ್ನು ಮೊತ್ತ ಮೊದಲು ನಿಶ್ಚಿಯಿಸಿದವನೇ ಡಾಪ್ಲರ್; ಇದರಿಂದಲೇ ಇದನ್ನು ಡಾಪ್ಲರ್ ಪರಿಣಾಮವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೇನು? ಎನಿಸಬಹುದು. ಕಾರಣವು ಸರಳವೂ, ಸ್ಪಷ್ಟವೂ ಆಗಿದೆ. ಸದ್ದು ನಿಮ್ಮನ್ನು ಸಮೀಪಿಸುತ್ತಿರುವಾಗ ಸೆಕುಂಡು ಒಂದರ ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ಮುಟ್ಟುವ ಅಲೆಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಅಲೆಗಳು ನಿಮ್ಮನ್ನು ಸಮೀಪಿಸುತ್ತವೆ, ಈ ಪ್ರಯುಕ್ತ ಸೀಟಿಯ ಸದ್ದಿನ ಸ್ಥಾಯಿಯು ಏರಿದಂತೆಯೂ ಇದರ ವಿರುದ್ಧ ಸನ್ನಿವೇಶದಲ್ಲಿ ಇಳಿದಂತೆಯೂ ಭಾಸವಾಗುತ್ತದೆ.

ಸಂಗೀತ ಸ್ವನಗಳ ಸ್ಕೇಲ್ ಪಿಯಾನೋದಲ್ಲಿನ ಸ್ವನಗಳ ಸ್ಕೇಲನ್ನು "ಪೂರ್ತಿ ಸ್ವರ," "ಪೂರ್ತಿ ಸ್ವರ", "ಅರ್ಧಸ್ವರ", "ಪೂರ್ತಿಸ್ವರ", "ಪೂರ್ತಿಸ್ವರ", "ಪೂರ್ತಿಸ್ವರ," "ಅರ್ಧಸ್ವರ" ಎಂಬ ಸಂಕೇತಗಳಿಂದ ಗುರುತಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇದನ್ನು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ C, D, E, F, A, B, C, ಎಂದಿಟ್ಟುಕೊಂಡರೆ, ಆಗ Bಮತ್ತು ಅಷ್ಟಕ C (Ċ)ಯ ಅಂತರವೂ ಹಾಗೆಯೇ E, F ಗಳ ಅಂತರವೂ ಅರ್ಧ ಅಂತರಗಳು; ಉಳಿದೆಲ್ಲವೂ ಪೂರ್ತಿ ಅಂತರಗಳು. ಇದಿಷ್ಟನ್ನು ಇಟ್ಟುಕೊಂಡು, ಯಾವ ಸ್ವರದಿಂದಲೂ ಆರಂಭಿಸಿ, ಇದೇ ಸ್ವರಗಳ ಮೇಳವನ್ನು ನುಡಿಸಬಹುದು. ಅಂದರೆ, ಆರಂಭದ ಸ್ಥಾಯಿಯನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸಿದ ನಂತರ, ಉಳಿದ ಸ್ವರಗಳನ್ನು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಈ ಅಂತರಗಳಲ್ಲೇ ಗುರುತಿಸಿ, ಸ್ವರಗಳನ್ನು ಮೇಳವಿಸಬಹುದು ಎಂದರ್ಥ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, F ಸ್ವರದಿಂದ ಆರಂಭಿಸಿದರೆ ಒಂದು ಪೂರ್ತಿ ಅಂತರ ಪುನಃ ಒಂದು ಪೂರ್ತಿ ಅಂತರ, ಪುನಃ ಅರ್ಧ ಅಂತರ, ಪೂರ್ತಿ ಅಂತರ, ಪೂರ್ತಿ ಅಂತರ, ಪೂರ್ತಿ ಅಂತರ, ಕೊನೆಗೆ ಅರ್ಧ ಅಂತರಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ವರಗಳನ್ನು ನುಡಿಸಿದರೆ, ಒಂದು ಅಷ್ಟಕದ ಎಂಟು ಸ್ವರಗಳನ್ನು ನುಡಿಸಿದಂತಾಗುವುದು.

ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನು ಈ ವಿವಿಧ ಸ್ವರಗಳನ್ನೋ, ಅವವುಗಳ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನೋ ಅನುಕ್ರಮ ಸ್ವರಗಳ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಯಿಂದಲಷ್ಟೇ ಗುರುತಿಸಿ ಹೇಳುತ್ತಾನೆ. 1, $\frac{9}{8}$, $\frac{5}{4}$, $\frac{4}{3}$, $\frac{3}{2}$, $\frac{5}{3}$, $\frac{15}{8}$ 2 ಎಂಬ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಗಳೇ ಮೊದಲನೆ Cಯಿಂದ D, G, F...... Ċಗಳ ತನಕದ ಸ್ವರಗಳ ಆವೃತ್ತಿಸಂಖ್ಯೆಯ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಗಳು.

256, 288, 320, 341.3, 384, 426.6, 480 ಮತ್ತು 512, ಇವು ಒಂದು ಅಷ್ಟಕದ– ವಿವಿಧ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಗಳು. ಇದರಲ್ಲಿ 320 ಸ (C)ವಾಗಿ ಆರಂಭಿಸಿ ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ $\frac{9}{8}$, $\frac{5}{4}$...... ಗಳಿಂದ ಗುಣಿಸಿ, ಇಂಥ ಸ್ವರದ ಮೇಳವನ್ನೂ. ರಚಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಇದನ್ನು ಡೈಯಟಾನಿಕ್ ಸ್ಕೇಲ್ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಅಂತೂ ಸ್ವರಗಳ ಸ್ಥಾಯಿಯು ಅವುಗಳ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನೇ ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಬೇರೆ ಹೇಳುವ ಅವಶ್ಯವಿಲ್ಲ. ಶಬ್ದದ – ಸ್ವರಗಳ – ಘೋಷವಾದರೋ ಅವುಗಳ ಪಾರವನ್ನೇ, -ಸ್ಪಂದನದ ಪಾರವನ್ನೇ–ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ.

ಸ್ಪಂದಿಸುವ ದಾರಗಳ (ತಂತಿಗಳ) ನಿಯಮಗಳು ತಂತಿವಾದ್ಯವನ್ನು ನುಡಿಸುವಾಗ, ಸ್ಪಂದಿಸುವ ತಂತಿಯ ಉದ್ದವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವುದಾಗಲೀ, ಕಡಿಮೆಮಾಡುವುದಾಗಲೀ ನೀವು ನೋಡಿರು

ತ್ತೀರಿ. ಪಿಯಾನೋ ಮತ್ತು ರುದ್ರವೀಣೆಗಳಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ಉದ್ದದ ತಂತಿಗಳು ಸ್ಪಂದಿಸುತ್ತ, ತಾರಕ ಇಲ್ಲವೆ ಮಂದ್ರಸ್ಥಾಯಿಯ ಸ್ವರಗಳನು ಂಟುಮಾಡುವುದನ್ನೂ ನೋಡಿದ್ದೀರಿ. ಅಲ್ಲದೆ, ಉದ್ದನಾದ ತಂತಿಯು ಮಂದಸ್ವರವನ್ನೂ, ಗಿಡ್ಡನಾದ ತಂತಿಯು ತಾರಸ್ವರವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುವುದನ್ನೂ ನೀವು ಗಮನಿಸಿರಬಹುದು. ಒಂದು ತಂತಿಯು 128 ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಸೂಚಿಸಿದರೆ, ಅದೇ ತಂತಿಯ ಸರಿ ಅರ್ಧದಷ್ಟು ಉದ್ದದ ತುಂಡು ಅದೇ ಎಳೆತಕ್ಕೀಡಾದಾಗ $128 \times 2 = 256$ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯು, ಅಂದರೆ ಮೊದಲ ಸ್ವರದ ಅಷ್ಟಕವನ್ನು, ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆಯೇ ಒಂದು ತಂತಿಯು ಹೆಚ್ಚಿನ ಎಳೆತಕ್ಕೀಡಾದಾಗ ತಾರಕದಲ್ಲಿನ ಸ್ವರವನ್ನೂ, ಕಮ್ಮಿ ಎಳೆತಕ್ಕೀಡಾದಾಗ ಮಂದ್ರಸ್ವರವನ್ನೂ ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ, ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಉದಾಹರಣೆಗಳಿಂದ ಈ ಮಾತನ್ನು ವಿವರಿಸಬಹುದು. ಸೂಕ್ಷ್ಮದಲ್ಲಿ ಹೇಳಬಲ್ಲೆವಾದರೆ, ತಂತಿಗಳ ಸ್ಪಂದನಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ಈ ಕೆಳಗಿನ ಸಾರ್ವತ್ರಿಕ ನಿಯಮುಗಳನ್ನು ಹೀಗೆ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಬಹುದು:

1. "ನಿಶ್ಚಿತ ಎಳೆತಕ್ಕೀಡಾದ ತಂತಿಯೊಂದು ಸ್ಪಂದಿಸುವಾಗ ಅದರ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯು ಅದರ ಉದ್ದಕ್ಕೆ – ಸ್ಪಂದಿಸುವ ಪ್ರತಿ ಖಂಡದ (Segment) – ಉದ್ದಕ್ಕೆ ವಿಲೋಮಾನುಪಾತದಲ್ಲಿದೆ. ಸ್ಪಂದನಸಂಖ್ಯೆ ಎನ್ನುವುದಕ್ಕಿಂತ ಸ್ವರದ ಸ್ಥಾಯಿಯೆಂದರೂ ಈ ನಿಯಮದಲ್ಲಿ ಸಲ್ಲುವ ವಿಷಯವೇ."

2. "ತಂತಿಯ (ಅದುರುವ ಖಂಡದ) ಸ್ಪಂದನ ಸೃಖ್ಯೆ – ಇಲ್ಲವೆ, ಸ್ಥಾಯಿಯು ಅದರ ಎಳೆತದ ವರ್ಗಮೂಲಕ್ಕೆ ಅನುಪಾತಿಕವಾಗಿದೆ." ಹೀಗೆ, 9 ಪೌಂಡು ಭಾರದ ಎಳೆತದಿಂದ ಒಂದು ತಂತಿಯು 256 ಸ್ಪಂದನಸಂಖ್ಯೆಯಿಂದ ಮಿಡಿದರೆ, 9×3^2 ಅಥವಾ 81 ಪೌಂಡು ಭಾರದಿಂದ ಅದೇ ತಂತಿಯನ್ನು ಎಳೆದಾಗ, ಅದರ ಸ್ಪಂದನ ಸಂಖ್ಯೆ – ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯೋ – $= 256 \times 3 = 768$.

3. "ಮೂರನೆ ನಿಯಮವಾದರೋ ತಂತಿಯ ಏಕಮಾನ ಉದ್ದದಷ್ಟರ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದುದು; ಅಥವಾ, ಒಂದೇ ಪದಾರ್ಥದ ವಿವಿಧ ಸೀಳಿನ ಒಂದೇ ಉದ್ದದ ತಂತಿಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ನಿಶ್ಚಿತ ಬಲದಿಂದ ಎಳೆದು ಅವುಗಳ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದರೆ, ಅವು ಆವವುಗಳ ಸೀಳುಗಳ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ ವರ್ಗಮೂಲಕ್ಕೆ ವಿಲೋಮಾನುಪಾತದಲ್ಲಿ ಇರುವುದು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ."

ಸ್ವರಗಳ ಭಾವ ಪಿಯಾನೋ, ಪಿಟೀಲು ಎರಡರಲ್ಲೂ ಒಂದೇ ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಸ್ವರಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸಿದಾಗಲೋ ಸಾಮಾನ್ಯನ ಕಿವಿಯೂ ಯಾವುದು ಪಿಯಾನೋವಿನ ಸ್ವರ, ಯಾವುದು ಪಿಟೀಲಿನದು ಎಂದೂ ಹೇಳಬಲ್ಲುದು. ಇಂಥ ಗುರುತಿಸುವಿಕೆಗೆ ಕಾರಣವೇ ಆಯಾಯ ಸ್ವರದ ಭಾವ (quality, timbre). ಸ್ವರಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾದ ಸ್ಪಂದನಗಳೆಷ್ಟು, ಇವು ಹೇಗೆ ಮಿಳಿತವಾಗಿವೆ, ಅಲ್ಲದೆ ಗಪ್ರ ಸ್ವರದ ಪಾರವೆಷ್ಟು? ಇವುಗಳನ್ನೆಲ್ಲ ಹೊಂದಿಯೇ ಒಂದು ವಾದ್ಯದ ಸ್ವರವು ಅದರ ಭಾವವೂ ನಿಷ್ಕರ್ಷಿಸಲ್ಪಡುತ್ತವೆ. ಒಂದು ತಂತಿಯನ್ನು ನುಡಿಸಿದಾಗ, ಅದನ್ನೆಲ್ಲಿ ನುಡಿಸುತ್ತೇವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಹೊಂದಿಯೇ ಇದು 2 ಯಾ 3 ಸ್ವರಗಳನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಬಲ್ಲುದು. ಒಂದು ಸ್ವರದ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯು 128 ಎಂದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳಿರಿ. ಇದರೊಡನೆ ಇದರ ಅಷ್ಟಕ, ಎರಡನೆ ಅಷ್ಟಕ, ಅಂದರೆ 256, 512 ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಸ್ವರಗಳೂ ಇರಬಹುದು; ಆದರೆ, ಇವುಗಳ ಪಾರಗಳು ಏಕಪ್ರಕಾರವಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಇಂಥ ಮೂಲಸ್ವರದೊಡನೆ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ತಾರಕಸ್ವರಗಳನ್ನೋ ಅಧಿಸ್ವರಗಳೆನ್ನುತ್ತಾರೆ (overtones). ಅಧಿಸ್ವರಗಳು ಹೆಚ್ಚಿದಷ್ಟೂ ಸ್ವರದ ಭಾವವೂ ಉತ್ತಮವೆನಿಸುತ್ತದೆ. ಅಂತೂ ಇಂಥ ಅಧಿಸ್ವರಗಳನ್ನೇ ಸಂಗೀತದ ಸ್ವನಗಳ ಭಾವವು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆಯೇ ವಿನಾ, ಪ್ರತಿ ಸ್ವರದ ಪಾರ, ಆವೃತ್ತಿ ಸಂಖ್ಯೆ ಮೊದಲಾದುವನ್ನಲ್ಲ. ಇದನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ಒಂದು ನಿದರ್ಶನವನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ತಂತಿವಾದ್ಯಗಳನ್ನೂ (Stringed instruments), ಸುಷೀರವಾದಗಳನ್ನೂ (Wind

instruments) ನಾವು ಏಕತಾನದಿಂದ – ಮೂಲಸ್ವರವು ಒಂದೇ ಆವೃತ್ತಿ ಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳದ್ದಾಗಿರು ಮತೆಯೇ ನುಡಿಸುವ. ಆಗಲಾದರೋ ವಾದಕರನ್ನೋ, ವಾದ್ಯಗಳನ್ನೋ ನೋಡದೇನೇ ನಾವು ಯಾವ ಸ್ವರವು ಯಾವ ವಾದ್ಯಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದುದು ಎಂದು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಹೇಳಬಹುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಆಯಾಯ ಸ್ವರಗಳ ಭಾವವೇ ಕಾರಣ. ಎರಡೇ ವಾದ್ಯಗಳೇಕೆ? ಇಪ್ಪತ್ತು ವಾದ್ಯಗಳನ್ನು ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಏಕತಾನದಿಂದ ನುಡಿಸಿದರೂ, ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಾದ್ಯದ ವಾದನವನ್ನೂ ನಾವು ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿಯೂ, ವಿಶಿಷ್ಟವಾಗಿಯೂ ಗುರುತಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

ಅಂತೂ ಈ ವಿಚಾರಗಳನ್ನು ಚುಟುಕಿನಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಸಂಗೀತ ಸ್ವರಗಳು ತಂತಮ್ಮ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿದ ಸ್ಥಾಯಿ, ಪಾರವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಘೋಷ, ತೀವ್ರತೆ (Intensity, Loudness) ಮತ್ತು ತಮ್ಮ ಅಧಿಸ್ವರಗಳಿಂದ ನಿರ್ಣಯವಾಗಬಲ್ಲ ಭಾವವೆಂಬ (quality) ಮೂರು ಸ್ಪಷ್ಟ ಲಕ್ಷಣಗಳಿಂದ ಕೂಡಿವೆ. ಈ ಮೂರು ವಿಚಾರಗಳನ್ನೂ ಹಿಂದಿನ ಪಾರಾಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ವಿವರಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಸ್ಪಂದಿಸುವ ಅನಿಲ ಕಾಂಡಗಳು ಗಾಳಿಯ ಇಲ್ಲವೆ, ಅನಿಲಕಾಂಡವನ್ನು (Gas column) ಅದುರಿಸಿ ಸ್ಪಂದಿಸಲು ಬಿಟ್ಟರೆ, ಇದು ಕೂಡ ಸ್ವನಗಳನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ತಂತಿಗಳು ಸ್ಪಂದಿಸುತ್ತ ಉಂಟುಮಾಡತಕ್ಕ ಸ್ವನಗಳಂಥ ಸ್ವನಗಳನ್ನೇ ಅನಿಲಕಾಂಡಗಳ ಸ್ಪಂದನಗಳಿಂದಲೂ ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡಲು ಬರುತ್ತದೆ. ಉದ್ದನಾದ ಕಾಂಡವು ಮಂದ್ರಸ್ವರವನ್ನೂ ಉದ್ದನಲ್ಲದ ಕಾಂಡವು ತಾರಸ್ವರವನ್ನೂ ಉಂಟುಮಾಡುವುದು. ಚಿಕ್ಕದೊಂದು ಸೀಟಿಯನ್ನೂದಿದಾಗ ಸ್ಫುರಣೆಗೊಂಡ ಚಿಕ್ಕ ಅನಿಲಕಾಂಡವು ಉತ್ಪನ್ನಮಾಡುವ ಸ್ವರವು ತಾರಕದಲ್ಲಿದ್ದು, ಉದ್ದನಾದ ನಾಗಸ್ವರದ ಸ್ವನವು ಮಂದ್ರವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂಬುದು ಸರ್ವವಿದಿತವಷ್ಟೆ. ಕೊಳಲುವಾದ್ಯದಲ್ಲಿ ಸ್ಪಂದಿಸುವುದಾದರೋ ಗಾಳಿಯ ಕಾಂಡವೊಂದು; ವಿವಿಧ ರಂಧ್ರಗಳಿದ್ದು ಇವುಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಈ ಕಾಂಡದ ಉದ್ದವನ್ನು ಹೆಚ್ಚುಕಡಿಮೆ ಮಾಡುತ್ತ ಸ್ವರವನ್ನು ತಾರಕಕ್ಕೇರಿಸಲೂಬಹುದು, ಮಂದ್ರಕ್ಕಿಳಿಸಲೂಬಹುದು. ಕಹಳೆ, ನಾಗಸ್ವರ ಇನ್ನಿತರ ಸುಷೀರವಾದ್ಯಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲ ಅನಿಲಗಳ ಸ್ಪಂದನಗಳೇ ಸ್ವರಗಳನ್ನುತ್ಪಾದಿಸುತ್ತವೆ.

ಅನುನಾದ (ಅನುರಣನೆ-Resonance) ಬ್ರೂಕ್ಲಿನ್ ಸೇತುವೆಯನ್ನು ಸರ್ಕಸ್ಸಿನ ಹಲವಾರು ಆನೆಗಳು ದಾಟಲೆಳಸಿದ ಕಥೆಯನ್ನು ನೀವು ಕೇಳಿರಬಹುದು. ಸರ್ಕಸ್ಸಿನವರು ಎಲ್ಲ ಆನೆಗಳನ್ನೂ ಏಕ ಪ್ರಕಾರದಲ್ಲಿ ಕ್ರಮಪ್ರಕಾರ ಹೆಜ್ಜೆ ಇಡುತ್ತ ದಾಟಿಸುವುದು ಹಾನಿಕಾರಕವಾಗಬಹುದೆಂದು ಇಂಜಿನಿಯರರು ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಟ್ಟರಂತೆ. ಇಂಥ ಶಿಸ್ತುಪೂರ್ಣ ನಡೆಯಿಂದ ಸೇತುವೆಗೆ ಸೇತುವೆಯೇ ಸ್ಪಂದಿಸುತ್ತ, ಇದರ ವಿವಿಧ ಹಲಗೆಗಳು ಮುರಿದು ಬೀಳುವ ಸಂಭವವಿದೆಯೆಂದೇ ಇಂಜಿನಿಯರರ ಅಭಿಪ್ರಾಯವಾಗಿತ್ತು. ಇದು ಹೇಗೆನ್ನುವಿರಾ? ಒಮ್ಮೆಲೇ 500 ಮಂದಿ ಜನ ನಾಟ್ಯವಾಡುವಾಗ ಒಂದೇ ಎಲ್ಲರೂ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಮೇಲೆ, ಕೆಳಗೆ ಹಾರಲಾರಂಭಿಸಿದರೆ, ಇಂಥ ಹಾರುವಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಏಕಕಾಲಿಕತೆಯೂ ಇದ್ದರೆ, ಇಂಥ ಪ್ರಬಲ ಆಘಾತದಿಂದ ನೆಲವೂ ಪ್ರಬಲವಾದ ಪಾರದಿಂದಲೇ ಅದೇ ಆವೃತ್ತಿಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಸ್ಪಂದಿಸುವುದು, ಇಂಥ ಸ್ಪಂದನೆಯಿಂದಲೋ ನೆಲವು ಬಿರುಕುಬಿಡಬಹುದು, ಒಡೆದುಹೋಗಲೂ ಬಹುದು.

ಅನುನಾದ, ಇಲ್ಲವೆ ಅನುರಣನೆ ಎಂದರೆ ಸ್ಪಂದಿಸುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವೊಂದರೊಡನೆ ಮತ್ತೊಂದು ವಸ್ತುವೂ ಕೂಡ ಸಹಯೋಗದಿಂದ ಕಂಪಿಸುವ ಪ್ರಸಂಗ. 288 ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ ಒಂದು ಶ್ರುತಿ ಕವಲು ಮಿಡಿಯುತ್ತಿದೆ ಎನ್ನಿರಿ. ಇನ್ನೊಂದನ್ನು ನಾವು ನುಡಿಸದೆ ನಾವು ಹೋದರೂ, ಇದ್ದಂತೆಯೇ ಅದು ಸುಮಾರು ಒಂದೆರಡು ಅಡಿ ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದರೂ, ತನ್ನಷ್ಟಕ್ಕೇ ನಡುಗಲಾರಂಭಿಸಿ, ತುಸು ಹೊತ್ತಿನಲ್ಲಿ

ತನ್ನ ಕವಲುಗಳ ಕಂಪನಗಳನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತದೆ; ಆದರೆ, ಈ ಬಗ್ಗೆ ಎರಡನೆ ಶ್ರುತಿಕವಲಿನ ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಕೂಡ 288 ಇರತಕ್ಕುದೇ ವಿನಾ, ಇನ್ಯಾವ ಸಂಖ್ಯೆ ಇದ್ದರೂ, ಇಂಥ ಅನುವಾದವು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಪಿಯಾನೋದ ಇದಿರಿಗೆ ನೀವು ನಿಶ್ಚಿತ ಆವೃತ್ತಿಸಂಖ್ಯೆಯ ಸ್ವರದಿಂದ ಗಟ್ಟಿಯಾಗಿ ಘೋಷಿಸಿರಿ; ನೀವು ಥಕ್ಕನೆ ಹಾಡುವುದನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೂ, ಪಿಯಾನೋದಿಂದ ಅದೇ ಆವೃತ್ತಸಂಖ್ಯೆಯ ಸ್ವರವು ನುಡಿಯುತ್ತಲೇ ಇರುತ್ತದೆ.

ನಮ್ಮ ರೇಡಿಯೋಗಳಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಅನುನಾದ ಪದ್ಧತಿಯೇ ಅನುಸರಿಸಲ್ಪಡುತ್ತಲಿದೆ. ರೇಡಿಯೋ ಸ್ಟೇಶನಿನಲ್ಲಿ 500 ಆವೃತ್ತಿ ಸಂಖ್ಯೆಯ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತತರಂಗಗಳನ್ನು ಸೃಜಿಸುತ್ತಿದ್ದಲ್ಲಿ, ಇದನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸಸಲು ಮತ್ತು ಆಕರ್ಷಿಸಿ ಬಲವಾಗಿ ಮಾರ್ನುಡಿಸಲು ನಮ್ಮ ರೇಡಿಯೋ ಗ್ರಾಹಕವನ್ನು ಇದೇ ಆವೃತ್ತಿ ಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಸರಿಯಾಗಿ ಹೊಂದಿಸಿ ಇಟ್ಟರೇನೇ, ಅನುನಾದವು ಉತ್ಪನ್ನವಾಗಿ, ಪ್ರಬಲ ಘೋಷದ ಶಬ್ದವನ್ನು ನಾವು ಆಲಿಸುತ್ತೇವೆ. ಗ್ರಹಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಅಲೆಗಳ ಆವೃತ್ತಿಸಂಖ್ಯೆಯು ನಾವು ನಮ್ಮ ರೇಡಿಯೋದಲ್ಲಿ ಮೇಳವಿಸಿದ ಆವೃತ್ತಿಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಸಮನಾಗದೆ ಇದ್ದಲ್ಲಿ, ಅನುನಾದವು ಕಂಡುಬಾರದ ಕಾರಣ, ಪ್ರಬಲ ಘೋಷದಿಂದ ಶಬ್ದ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

ಭಾಗ ಒಂಭತ್ತು

ಬೆಳಕು-ವಿಜ್ಞಾನದ ಅದ್ಭುತ ಸಮಸ್ಯೆ

ಬೆಳಕು ಎಂದರೇನು?......ನ್ಯೂಟನ್ ಮತ್ತು ಹೈಗೆನ್ಸ್......ಸಾಪೇಕ್ಷಸಿದ್ಧಾಂತ......ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ......ರೋಮರ್‌ನ ವಿಧಾನ.....ಮೈಕಲ್ಸನ್ನನ ವಿಧಾನ......ಪ್ರತಿಫಲನ (reflection) ......ಸಮತಲದರ್ಪಣ......ವಿಸರಣ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಫಲನ......ಪ್ರತಿಫಲನದ ನಿಯಮ...... ಗೋಲೀಯ ದರ್ಪಣಗಳು......ಬಿಂಬಗಳ ರಚನೆ...ಸಾರಾಂಶ...ಕಿರಣಭಂಗ (refraction) ......ಕಿರಣಭಂಗಸೂಚಕಾಂಕ......ಕ್ರಾಂತಿಕೋಣ (Critical angle)........ಪ್ರಿಸ್ಮ್‌ಗಳು ......ಯವಗಳು......ವಿವಿಧ ಯವಗಳು......ಯವಗಳಿಂದ ಬಿಂಬಗಳ ರಚನೆ......ಬಣ್ಣಗಳು ಮತ್ತು ವರ್ಣಪಂಕ್ತಿ......ಮಳೆಬಿಲ್ಲು......ಬಣ್ಣ ಮತ್ತು ಅಲೆಗಳ ನೀಳಗಳು......ಬಣ್ಣಗಳ ಸಿದ್ಧಾಂತ......ಪಚ್ಚೆ, ನೀಲ, ಹಳದಿ, ಎಂಬುದೇತಕ್ಕೆ?......ಬೆಳಕು ಮತ್ತು ವರ್ಣಕಗಳು (pigments)ಗಳು......ಪೂರಕ ಬಣ್ಣಗಳು......ತೆಳು ಪಟಲಗಳ ಬಣ್ಣಗಳು......ಬೆಳಕಿನ ಧ್ರುವೀಕರಣ (polarisation)......ಪೊಲರ್‍ಯಾಡ್ ಮತ್ತು ಅದರ ಉಪಯೋಗಗಳು ......ವರ್ಣಪಂಕ್ತಿ......ವರ್ಣಪಂಕ್ತಿಯ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ.

ಬೆಳಕೆಂದರೇನು? ತೋರಿಕೆಗೇನೋ ಇದು ಬಹಳ ಸರಳವೂ, ಅಕುಟಿಲವೂ ಎನಿಸಿದ ಪ್ರಶ್ನೆಯೇ. ಆದರೆ, ನ್ಯೂಟನನ ಕಾಲದಿಂದಲೂ ಇದನ್ನು ಉತ್ತರಿಸಲೆಳಸಿದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಇದಿರಾದ ಸಮಸ್ಯೆಗಳೆಷ್ಟು? ಎಂಬುದನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದರೆ ಆಶ್ಚರ್ಯವೆನಿಸೀತು. ಇಷ್ಟು ಮಾತ್ರವೇ ಏಕೆ? ಇಂದಿಗೂ ಇದರ ಸಂಪೂರ್ಣ ಪರಿಚಯವನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನವೊದಗಿಸಿಲ್ಲ. ಸಾಪೇಕ್ಷ ಸಿದ್ಧಾಂತವಂತೂ ನಮ್ಮ ಸಂಪ್ರದಾಯಬದ್ಧವಾದ ಅಭಿಪ್ರಾಯಗಳನ್ನೆಲ್ಲ ತಲೆಕೆಳಗೆ ಮಾಡಿರುತ್ತದೆ.

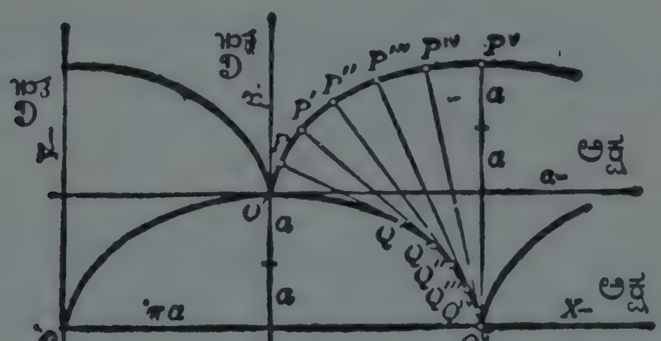
ಬೆಳಕನ್ನು ಮುಪ್ಪಟ್ಟಿಕೆಯ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿ, ನ್ಯೂಟನನು ಬಿಳೀ ಬೆಳಕು ಇಲ್ಲವೆ ವರ್ಣರಹಿತ ಬೆಳಕು ತಾನು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಬಣ್ಣಗಳ ಬೆಳಕಾಗಿ ವಿಂಗಡಣೆ ಹೊಂದುವುದನ್ನು ತೋರಿಸಿದನು; ಪುನಃ ಇದೇ ಬಣ್ಣದ ಕಂಬಿಗಳನ್ನು ಒಂದೆಡೆ ಕೂಡಿಸಿ, ಈತನು ವರ್ಣರಹಿತ ಬೆಳಕನ್ನೂ ಹೊಂದಿಸಿಕೊಂಡನು.

ಅನಂತರ ನ್ಯೂಟನನು ಬೆಳಕನ್ನು ಕುರಿತ ಕಣವಾದ (Corpuscular theory) ವನ್ನು ಮಂಡಿಸಿದನು. ಬೆಳಕನ್ನೀವ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಅದರ ಸುತ್ತಲೂ ಬೆಳಕಿನ ಕಣಗಳು ಸಿಡಿದು, ಹಬ್ಬುತ್ತವೆ, ಚಲಿಸುತ್ತವೆ, ಎನ್ನುವುದೇ ಇಲ್ಲಿನ ಮೂಲಾಭಿಪ್ರಾಯ. ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರತಿಫಲನ, ಕಿರಣಭಂಗ ಮತ್ತು ಧ್ರುವೀಕರಣಗಳನ್ನು ಕಣವಾದದಿಂದಲೇ ವಿವರಿಸಲು ಕೂಡ, ಈತನು ಉಜ್ಜುಗಿಸಿದನೆನ್ನಬಹುದು.

ಕಣವಾದವಂತೂ ಪ್ರತಿಫಲನವನ್ನು ಬಹಳ ಚೆನ್ನಾಗಿ ವಿವರಿಸುತ್ತದೆ. ಅತಿ ಚಿಕ್ಕ ಗೋಲಿಗಳನ್ನು ವೇಗವಾಗಿ ಒಂದು ನಯವಾದ ತಲಕ್ಕೆ ಹೊಡೆದರೆ, ಅವು ಅಲ್ಲಿಂದ ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಪಥಗಳಲ್ಲಿ ಮರಳುವುದಿಲ್ಲವೆ? ಇಂಥ ಮರಳುವಿಕೆಯೇ ಪ್ರತಿಫಲನ. ಈ ಕಣಗಳೋ ಅತ್ಯಂತ ಕ್ಷುದ್ರವೆನಿಸಿದ ಗೋಲಕಗಳು, ಇವು ಹೊರಳುತ್ತ, ಪ್ರಬಲ ತಡೆಯೊಂದನ್ನು ಮುಟ್ಟಿದಾಗಲೇ ಅಲ್ಲಿಂದ ಮರಳುತ್ತವೆ. ಇದೇನೋ ಅವಶ್ಯವಾಗಿಯೂ ಹಲವು ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿದೆ. ಒಂದು ಪಾರದರ್ಶಕ ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದಕ್ಕೆ ಪ್ರವೇಶ ಪಡೆಯುವಾಗ, ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಭಂಗಹೊಂದುವುದು (refracted)–ತನ್ನ ಹಿಂದಿನ ಪಥದಿಂದ ಬಾಗುತ್ತ, ಅಲ್ಪಸ್ವಲ್ಪ ಕೋಣಾಂತರವನ್ನೂ ಪಡೆದೇ ಮುಂದರಿಯುವುದು. ಇದನ್ನೇ ಕಿರಣಭಂಗವೆನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಇದರ ವಿವರವು ಕಣವಾದದ ಮೇರೆಗೆ ಅಷ್ಟೇನೂ ಯಶಸ್ವಿವಾಗಿಲ್ಲ. ಅಂತೆಯೇ, ಬೆಳಕಿನ ವಿವಿಧ ಬಣ್ಣಗಳನ್ನೂ ಈ ವಾದವು ಸಮರ್ಥವಾಗಿ ವಿವರಿಸಲು ಶಕ್ತವಾಗಲಿಲ್ಲ.

ತರಂಗವಾದ (Wave theory) 14-4-1629 ಹೇಗ್ ಪಟ್ಟಣದಲ್ಲಿ ಜನಿಸಿದ ಕ್ರಿಶ್ಚಿಯನ್ ಹೈಗೆನ್ಸ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಮುಂದೆ ಬೆಳಕನ್ನು ಕುರಿತ ತರಂಗವಾದ (Wave theory) ವನ್ನು ಮಂಡಿಸಿದನು. ಈತನಾದರೋ ಬಹಳ ಚಿಕ್ಕಂದಿನಲ್ಲೇ ದರ್ಪಣ ಮತ್ತು ಯುವಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ತನ್ನ ಜಿಜ್ಞಾಸೆಯು ಫಲವಾಗಿ, ಅನೇಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿದನಲ್ಲದೆ, ದೂರದರ್ಶಕದ ಯುವಗಳನ್ನು ಉಜ್ಜಿ ಅವನ್ನು ಪಡೆಯುವ ನೂತನ ವಿಧಾನಗಳನ್ನೂ ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಲೋಲಕದ ಗಡಿಯಾರವನ್ನು ಮೊದಲಾಗಿ ರಚಿಸಿದವನೂ ಈತನೇ. ಅವನ ಮುಖ್ಯ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪ್ರತಿಪಾದನೆಯೋ ಬೆಳಕನ್ನು ಕುರಿತ ತರಂಗವಾದ.

ಸಮತಟ್ಟಾದ ತಲದ ಮೇಲೆ ನೆಟ್ಟಗೆ ನಿಂತ ಚಕ್ರವೊಂದು ಉರುಳುವಾಗ ಅದರ ಅಂಚಿನ ಯಾವುದಾದರೂ ಬಿಂದುವಿನ ಚರಪಥವನ್ನು ಚಕ್ರಜ (Cycloid)ವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಇದರ ಗಣಿತವನ್ನು ಮೊದಲು ಅಭ್ಯಾಸಿಸಿದವನು ಈತನೇ. ಇಷ್ಟು ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಈ ಚಕ್ರಜದ ಕೇಂದ್ರಜವೂ (evolute) ಕೂಡಾ ಇದೇ ಎಂಬುದನ್ನು ತೋರಿಸಿದ ಕೀರ್ತಿಯೂ ಇವನಿಗೇನೊ ಸಲ್ಲುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರ 52 ರಲ್ಲಿ ಸೈಕ್ಲಾಯ್ಡ್‌ನ್ನು ಚಿತ್ರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಹಿಂದೆ, ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸನು ನಡೆಸಿದ ಸರ್ಪಿಲಿ (Spiral) ಯನ್ನು ಕುರಿತ



ಚಿತ್ರ 52: ಚಕ್ರಜವು ತಾನೇ ತನ್ನ ಕೇಂದ್ರಜ ವಕ್ರರೇಖೆ.

ಅಧ್ಯಯನವು ಸ್ಕ್ರೂವಿನ ರಚನೆಗೆ ನಾಂದಿಯನ್ನಿಟ್ಟಂತೆಯೇ ಚಕ್ರಜಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ಹೈಗೆನ್ಸನ ಅಧ್ಯಯನವು ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗವಾದವನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಿತು ಎಂದು ನಂಬಲಾಗಿದೆ. "ತರಂಗಮುಖ (Wave front) ದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಬಿಂದುವೂ ಹೊಸತೊಂದು ತರಂಗಮುಖವನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ, ಹೀಗೆ ಮುಂದೆ ಸಾಗುವ ತರಂಗಮುಖವಾದರೋ ಅನೇಕ ತರಂಗಗಳ ಅನ್ವೇಷ್ಟನ (envelope)ವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಅರ್ಥ." ಹೀಗೆ ಸುಮಾರು 1690ರಲ್ಲಿ ಆರಂಭಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಬೆಳಕನ್ನು ಕುರಿತ ತರಂಗವಾದವು ಶೀಘ್ರದಲ್ಲೇ ಮನ್ನಣೆಯನ್ನು ಪಡೆಯಿತು.

ಬೆಳಕು ತಾನು ತರಂಗಚಲನೆ, ಶಕ್ತಿಯ ಹರಿವೇ ವಿನಾ ಇನ್ನಾವ, ವಿಧಾನದ ಹಲವು ವಸ್ತುಗಳ ಸಮನ್ವಯವಲ್ಲವೆಂಬುದೇ ಇಲ್ಲಿನ ಮೊದಲ ಊಹೆ. ಇಷ್ಟರಿಂದಲೇ ಬೆಳಕು ತೋರುವ ಪ್ರತಿಫಲನ, ಕಿರಣಭಂಗ,ಧ್ರುವೀಕರಣಗಳನ್ನು ಈತನು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ವಿವರಿಸಲು ಶಕ್ತನಾದನು. ಮತ್ತೆ ಸುಮಾರು 2 ಶತಮಾನಗಳ ತನಕವೂ, ಈ ವಾದವು ಸಮರ್ಪಕವೆಂದೇ ಸರ್ವರಿಂದಲೂ ಪರಿಗಣಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿತು.

ಶಬ್ದಪ್ರಕರಣದಲ್ಲಿ, ಶಬ್ದಪ್ರಸಾರಕ್ಕೆ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಮಾಧ್ಯಮವು ಅವಶ್ಯವೆಂಬುದನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿದ್ದೇವೆ. ಒಂದೆಡೆ ಆರಂಭವಾದ ಅದುರುವಿಕೆಯು ಮಾಧ್ಯಮದ–ಗಾಳಿಯಎಂದೇ ಇಟ್ಟುಕೊಳ್ಳಿರಿ–ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕದ ಫಲವಾಗಿ, ತನ್ನ ಮುಂದೆ ಎಲ್ಲಾ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲೂ ಸಾಂದ್ರೀಕರಣ, ಶೋಷಣಗಳನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತ ಅಲೆಯು (ತರಂಗ, wave) ಮುಂಬರಿಯುವುದು. ಹೀಗೆ ಶಬ್ದದ

ಅಲೆಗಳು ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಮುಂಬರಿಯುವ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಅಲೆಗಳು. ನೀರಿನಲ್ಲಿ ವ್ಯಾಪಿಸುವ ಅಲೆಗಳಷ್ಟೇ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ, ಇವು ಅನಿಲಗಳ ಮಾಧ್ಯಮಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಚಲಿಸಬಲ್ಲುವು.

ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳು, ತರಂಗಗಳು ಎಂಥವು? ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆಯು ಇಲ್ಲಿ ಸಹಜವಾಗಿ ಉದ್ಭವಿಸುತ್ತದೆ. ರಾತ್ರೆ ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಕಾಣುವ ಮಿಲಿಯ ಮಿಲಿಯಗಟ್ಟಳೆ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ತಂತಮ್ಮ ನಡುವೆ ಮಿಲಿಯ ಮಿಲಿಯಗಟ್ಟಳೆ ಮೈಲು ದೂರದಲ್ಲಿವೆ. ಸೂರ್ಯನೂ ಒಂದು ನಕ್ಷತ್ರವೇ – ಇದು ಸಾಮಾನ್ಯಮಟ್ಟದ ನಕ್ಷತ್ರ. ಪ್ರತಿ ನಕ್ಷತ್ರದ ಸುತ್ತಲೂ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ತುಸು ದೂರದ ತನಕವೇ ಪದಾರ್ಥ ಮಾಧ್ಯಮ ವಿರಬಹುದಾದರೂ, ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಟ್ಟಿಗೆ ನಕ್ಷತ ಗಳ ನಡುವೆ ಶೂನ್ಯವೇ ಇದೆ; ಎಂಥ ವಿರಳ ಪದಾರ್ಥ ಮಾಧ್ಯಮವೂ ಕಂಡುಬರುತ್ತಿಲ್ಲ. ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳು ಹರಡಲು ಯಾವ ಮಾಧ್ಯಮವೂ ಬೇಡವೆ? ಇದಕ್ಕೆ ನವೀನವಾದ ಉತ್ತರವೊಂದನ್ನು ಹೈಗೆನ್ಸ್ ಕೊಟ್ಟಿದ್ದಾನೆ. "ಎಲ್ಲೆಡೆಯೂ ಹಬ್ಬಿರುವ ನಮ್ಮ ಪಂಚೇಂದ್ರಿಯಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದಕ್ಕೂ ಗೋಚರವಾಗದೆ ಇರುವ 'ಈಥರ್' ಎಂಬ ಮಾಧ್ಯಮವೊಂದಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಗಳೂ (ಉಷ್ಣದ ತರಂಗಗಳೂ) ವೇಗವಾಗಿ ಹರಡುತ್ತಲಿವೆ. ವಿಶ್ವದ ಎಲ್ಲೆಲ್ಲೂ ಈ ಈಥರ್ ಇದ್ದೇ ಇದೆ. ಇದೆಲ್ಲಿಯೂ ಇಲ್ಲದ ಒಂದು ಘನ ಇಂಚು ಜಾಗವನ್ನೂ ನಾವು ಕಾಣಲಾರೆವು."

ತರಂಗವಾದವಂತೂ ಬೆಳಕಿನ ಎಲ್ಲ ಧರ್ಮಗಳನ್ನೂ ವಿವರಿಸಲು ಶಕ್ತವಾದ ಕಾರಣ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳೆಲ್ಲರೂ ಇಂಥ ಮಾಧ್ಯಮವಿದ್ದೇ ಇದೆ ಎಂಬುದನ್ನು – ಎಂಬ ನೂತನ ಅಭಿಪ್ರಾಯವನ್ನು ಸ್ವೀಕರಿಸಿದ್ದರು.

ಆದರೆ ಹತ್ತೊಂಭತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ಅಂತ್ಯದಲ್ಲಿ ಈ ಈಥರ್ ಹೇಗಿರಬೇಕು ಎನ್ನುವ ಜಿಜ್ಞಾಸೆ ಕುದುರಿತು. ಬೆಳಕು ತಾನು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತತರಂಗಗಳ ಸಮನ್ವಯವೆಂಬ ಭಾವನೆಯನ್ನು ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿದ ಕ್ಲಾರ್ಕ್ ಮ್ಯಾಕ್ಸ್‌ವೆಲ್‌ನ ನಂತರ ಹರ್ಟ್ಸ್ ಇಂಥ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಿ ಗುರುತಿಸಲೂ ಶಕ್ತನಾದನು. ಈ ತರಂಗಗಳು ಈಥರ್‌ನಲ್ಲಿ ಚಲಿಸಬಲ್ಲುವಾದರೆ, ಈಥರ್ ಅವಶ್ಯವಾಗಿ ಪದಾರ್ಥದ ಸ್ವರೂಪದಲ್ಲೇ ಇರಬೇಕು. ಪದಾರ್ಥಸ್ವರೂಪದ ಕಾರಣ ಇದು ಭೂಮಿಯೊಡನೆ ಪ್ರತಿ ಸೆಕುಂಡಿಗೂ 18 ಮೈಲು ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಲಿರಲೂಬೇಕು. ಟ್ರೈನು ವೇಗವಾಗಿ ಧಾವಿಸುವಾಗ, ನಿಲ್ದಾಣದ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಗಾಳಿಯೂ ಚಲಿಸುವುದಿಲ್ಲವೆ? ಹಾಗೆಯೇ ಭೂಮಿ ಧಾವಿಸುವಾಗ, ಅದು ತಾನು ಈಥರನ್ನೂ ತಳ್ಳುತ್ತಿರಲೇ ಬೇಕು ಎಂಬುದೇ ಮೇಲಣ ಅನುಮಿತ.

ಇದನ್ನು 1887ರಲ್ಲಿ ಮೈಕಲ್ಸನ್ ಮತ್ತು ಮೋರ್ಲಿ ಪರೀಕ್ಷೆಗೆ ಒಳಪಡಿಸಿದರು. ಮುಂದೆ ಡಾ। ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಕೂಡಾ ಇದರ ತಾತ್ವಿಕ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯನ್ನು ಮಾಡಿದನು. ಇಂಥ ಮಾಧ್ಯಮವು ಎಲ್ಲಿಯೂ ಇಲ್ಲ ಎಂಬುದೇ ಇವರೆಲ್ಲರ ಅನುಮಾನ. ಈ ಅನುಮಾನವು ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಅನುಮಿತಗಳಿಗೆಲ್ಲ ವಿರೋಧವಾಗಿದ್ದು, ಬೆಳಕು, ಯಾಂತ್ರಿಕ ಶಕ್ತಿಯಂತೆಯೇ ಹರಿಯುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಅಲ್ಲಗಳೆಯಿತು.

ಬೆಳಕು, ಅವಶ್ಯವಾಗಿಯೂ ಒಂದು ಶಕ್ತಿ, ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ರೂಪದ ಶಕ್ತಿ. ಚಲನಶಕ್ತಿಯು $=$ $\frac{1}{2}$ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ $\times$ ವೇಗ^2 ಎಂಬುದನ್ನು ಇಷ್ಟರಲ್ಲೇ ಪರಿಶೀಲಿಸಿರುವೆವಷ್ಟೆ. ಹೀಗೆ ಶಕ್ತಿಯೆಂದೊಡನೆ ಚಲನೆಯೂ, ಚಲನೆ ಎಂಬುದರಿಂದಲೇ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯೂ ಇರಲೇ ಬೇಕು ಎಂಬುದೂ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ. ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯಿಲ್ಲದ ವಸ್ತು ಚಲಿಸಬಲ್ಲುದೇ? ಚಲಿಸಿದರೆ ಯಾವುದರ ಚಲನೆ? ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆ ಸಹಜವಾಗಿಯೂ ಇಲ್ಲಿ ಉದಿಸುತ್ತದೆ, ಹೀಗೆ ವಸ್ತು, ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಇಲ್ಲದ ಚಲನೆ ಎಂದರೆ ಅರ್ಥವೇ ಇಲ್ಲ. ಬೆಳಕು ಚಲನಶಕ್ತಿ ಇದ್ದರೆ, ಅದಕ್ಕನುಗುಣವಾದ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯೂ ಇರಬೇಕು. ಇದು ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆ ಗೀಡಾದಾಗ – ಅಂದರೆ, ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಪದಾರ್ಥದ ಬೃಹತ್ಸಂಚಯವಿರುವ ನಕ್ಷತ್ರಖಂಡಗಳ ಸುತ್ತಲೂ

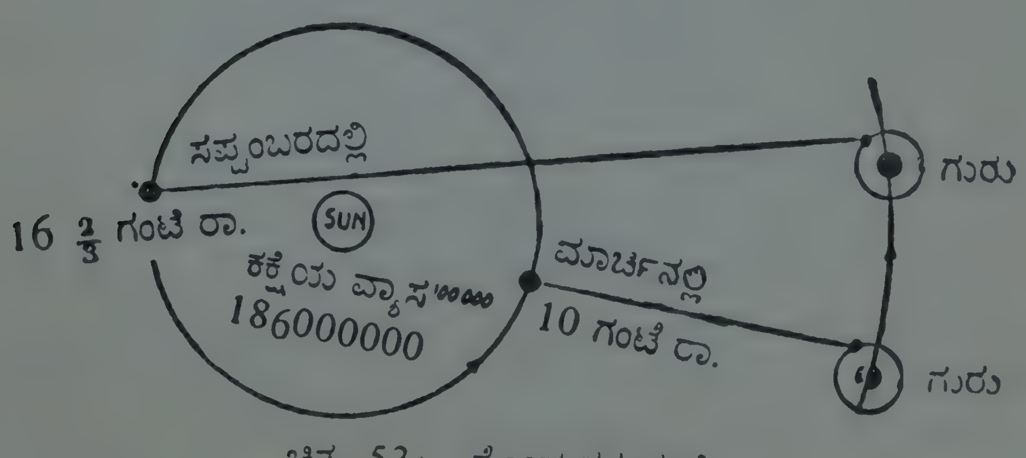
ಆಕರ್ಷಣೆಗೆ ಬಾಗುತ್ತಾ, ಮುಂದೆ ಚಲಿಸಬೇಕು, ಎಂಬುದು ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್‌ನ ಅಭಿಪ್ರಾಯ. 'ಭೌತ ಶಾಸ್ತ್ರದ ವಿಕಾಸ' ಎಂಬ ತಮ್ಮ ಗ್ರಂಥದಲ್ಲಿ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಮತ್ತು ಇನ್‌ಫೀಲ್ಡ್ ಈ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಹೇಳಿರುವ ಮಾತುಗಳಿವು: "ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಪುಂಜವೊಂದು ಶಕ್ತಿಯಾಗಿರುವ ಕಾರಣ, ಇದಕ್ಕೆ ಜಡತ್ವ–ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ – ಇದೆ. ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಜಡತ್ವವು ಅವಶ್ಯವಾಗಿ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಬಾಗುತ್ತದೆ. ಹೇಗೆ ವಸ್ತುವೊಂದನ್ನು ಕ್ಷಿತಿಜಕ್ಕೂ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಿದಾಗ, ಅದು ಹೇಗೆ ಗುರುತ್ವಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಬಾಗುವುದೋ, ಹಾಗೆಯೇ ಬೆಳಕು ಗುರುತ್ವಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಬಾಗುತ್ತದೆ."

ಬೆಳಕಿಗೆ ಜಡತ್ವವಿದೆ ಎಂದು ಅನುಮೇಯಿಸಿದ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್‌ನಾದರೋ ಮುಂದಿನ ಸೂರ್ಯ ಗ್ರಹಣದ ವೇಳೆ ಸೂರ್ಯನ ನೇರದಲ್ಲೇ ಅಲ್ಲೇ ಹಿಂದಿರುವ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಬೆಳಕು ಸೂರ್ಯಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಹಾದು ಮುಂಬರಿದಾಗ, ಸೂರ್ಯನ ಗುರುತ್ವಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 1.745 ಸೆಕುಂಡುಗಳಷ್ಟು (ಇದು ಕೋಣದ ಅಳತೆ) ಬಾಗುತ್ತದೆಂದು ವಾದಿಸಿದನು. ಇದನ್ನು ಸರಿನೋಡಿದ ನಂತರವೇ, ಈ ಹೊಸ ಸಾಪೇಕ್ಷ ತತ್ವವು ಹೆಸರಾಯಿತು; ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ವಿಶ್ವವಿಖ್ಯಾತನಾದನು.

ಈ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾದವನ್ನು ಕುರಿತ ಇತರ ವಿವರಗಳನ್ನು ಕೊಡುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಇಷ್ಟನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಹೇಳಬಹುದು: ಬೆಳಕು ವಿಕಿರಣ ಹೊಂದುವ ಶಕ್ತಿ, ಇದು ತರಂಗಗಳ ರೂಪದಲ್ಲೇ ವ್ಯಾಪಿಸುತ್ತಲಿದೆ, ಆದುದರಿಂದ ತರಂಗಚಲನೆಯನ್ನು ನಾವು ಪೂರ್ತಿ ತ್ಯಜಿಸುವಂತಿಲ್ಲ.

ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ-ದ್ರುತಿ-(Speed) ಬೆಳಕು ಸೆಕುಂಡು ಒಂದರ 1,86,000 ಮೈಲು ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುವ ಶಕ್ತಿ. ಇದೆಷ್ಟು ಅದ್ಭುತ ವೇಗ ಎನ್ನುವಿರಾ? ಭೂಮಿಗೆ 7 ಬಾರಿ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಒಂದು ಸೆಕುಂಡಿನಲ್ಲಿ ಬರಬಲ್ಲ ವೇಗವಿದು! ಶಬ್ದದ ವೇಗವೋ ಸೆಕುಂಡು ಒಂದರ 750 ಮೈಲಿ. ಆದುದರಿಂದ ಶಬ್ದದ ವೇಗವನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸುವ ವಿಧಾನದಿಂದ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವನ್ನೇನೂ ನಾವು ನಿರ್ಣಯಿಸಲಾರೆವು.

1676 ರಲ್ಲಿ ಓಲೋಸ್ ರೋಮರ್ ಎಂಬ ಡೇನಿಶ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಗುರುಗ್ರಹದ ಚಂದ್ರರನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸುತ್ತಲಿದ್ದನು. ಭೂಮಿಯು ಸೂರ್ಯಗುರುಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವಾಗಲೂ, ಅನಂತರ ಸುಮಾರು 6 ತಿಂಗಳ ನಂತರ ಸೂರ್ಯನು ಭೂಮಿ, ಗುರುಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವಾಗಲೂ ಚಂದ್ರನ ಗ್ರಹಣವು 16 ಮಿನಿಟುಗಳಷ್ಟು ಅಂತರವನ್ನು ತೋರುತ್ತಲಿತ್ತು. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೇನು?



ಚಿತ್ರ 53: ರೋಮರನ ಪ್ರಯೋಗ

6 ತಿಂಗಳಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯು ತನ್ನ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಅರ್ಧ ಸುತ್ತು ಚಲಿಸಿರುತ್ತ ಗುರುವಿನಿಂದ 186,000,000 ಮೈಲಿ ಹೆಚ್ಚು ದೂರದಲ್ಲಿದೆ. ಚಿತ್ರ 53. ಆದುದರಿಂದ, ಆವೇಳೆ ಗ್ರಹಣವು ಗೋಚರಿಸಲು ಬೆಳಕು ಹಿಂದಿಗಿಂತ 186,000,000 ಮೈಲು ಮತ್ತೂ ದೂರ ಚಲಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಬಗ್ಗೆ 16⅔ ಮಿನಿಟು ಇಲ್ಲವೆ 1,000 ಸೆಕುಂಡು ಅವಶ್ಯವಿದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವು ಸೆಕುಂಡು ಒಂದರ 1,86,000 ಮೈಲುಗಳಷ್ಟು.

1926 ರಲ್ಲಿ ಅಷ್ಟಮುಖಗಳುಳ್ಳ ಒಂದು ವೇಗವಾಗಿ ಭ್ರಮಿಸುವ ದರ್ಪಣದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಮೈಕೆಲ್ಸನ್ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸಿದನು. ಬಹುಶಃ ಅಷ್ಟರ ತನಕ ನಿರ್ಣಯಿಸಿದ ವಿಧಾನಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಇದು ಅತ್ಯಂತ ನಿಖರವಾದುದು ಎನ್ನಲಡ್ಡಿಯಿಲ್ಲ. ಈ ವಿಧಾನದ ಮೇರೆಗೆ ನಿರ್ಣಯಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಬೆಲೆಯೆಂದರೆ, ಸೆಕುಂಡು ಒಂದರ 299,776 ಕಿಲೋಮೀಟರ್, ಇಲ್ಲವೆ 1,85,861 ಮೈಲಿಗಳು. ಇದರ ಸ್ಥೂಲ ಬೆಲೆ ಸೆಕುಂಡು ಒಂದರ 1,86,000 ಮೈಲಿಗಳು. ಸಾಪೇಕ್ಷ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಮೇರೆಗೆ, ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವು ಮಾತ್ರ ನಮ್ಮ ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಿರವಾದುದು; ಎಂಥ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿಯೂ ಇದು ವ್ಯತ್ಯಾಸಗೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲ.

ವಿಶಿಷ್ಟ ಮತ್ತು ಸಾಮಾನ್ಯ ಸಾಪೇಕ್ಷಸಿದ್ಧಾಂತಗಳೆರಡರಲ್ಲೂ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವು ಪ್ರಾಮುಖ್ಯ ವಿಷಯವಾಗಿದೆ. ಅಲ್ಲದೆ, ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರಚ್ಛನ್ನವಾದ ಶಕ್ತಿಯೋ ($E=mc^2$) ಎಂಬ ಸೂತ್ರ ದಿಂದ ನಮೂದಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ Eಯು ಶಕ್ತಿ, m ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ, c ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ. 1 ಕಿಲೋ ಗ್ರ್ಯಾಂ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ಶಕ್ತಿಯಾದರೋ ಸುಮಾರು 9×10^{23} ಅರ್ಗ್‌ಗಳಷ್ಟು.

ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವನ್ನು ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಸಣ್ಣ ಅಕ್ಷರ L 'c'ಯಿಂದ ಸೂಚಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಾರೆ. ಇದಂತೂ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಸಿದ್ಧಾಂತದಲ್ಲಿ ಮತ್ತಿನ್ನಿತರ ಶಾಸ್ತ್ರಭಾಗಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲ ಅತ್ಯಂತ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಭೌತ ಸತ್ವವಾಗಿರುತ್ತದೆ. (Physical entity)

ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರತಿಫಲನ ನಮ್ಮ ಸುತ್ತುಮುತ್ತಲಿನ ಸಮಸ್ತವನ್ನೂ ಅವವುಗಳಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲಿ ಸಲ್ಪಡುತ್ತಲಿರುವ ಬೆಳಕಿನಿಂದಲೇ ಕಾಣುತ್ತಿದ್ದೇವೆ. ಇದೇ ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಹಿತಕರವಾದ ಬೆಳಕಾಗಿದೆ; ನೇರಾದ ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕನ್ನು ನಾವು ಕಾಣಲಾರೆವು, ಅಷ್ಟು ಪ್ರಖರವಾಗಿದೆ ಅದರ ಉಷ್ಣ ಮತ್ತು ಬೆಳಕು ಗಳು. ಸೂರ್ಯನೇ ಏಕೆ? ನಿಮ್ಮ ಮನೆಯಲ್ಲಿನ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಬಲ್ಬೊಂದನ್ನು, ಅದು ಬೆಳಗುತ್ತಲಿರುವಾಗ ನೋಡಲು ಯತ್ನಿಸಿರಿ. ತುಸುವೇ ಹೊತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಇದು ನಿಮ್ಮ ಕಣ್ಣನ್ನು ಕುಕ್ಕುತ್ತದೆ. ಈ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ನೀವು ಓದುತ್ತಿದ್ದೀರಿ. ಆಗಲೋ ಸುತ್ತಲಿಂದ ಬಂದ ಬೆಳಕು ಕಾಗದದಿಂದ ನಿಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಪ್ರತಿಫಲಿತ ವಾಗುತ್ತಲಿದೆ. ಕಪ್ಪಾದ ಶಾಯಿಯಾದರೋ ಬೆಳಕನ್ನೇನೂ ಪ್ರತಿಫಲಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಅದರ ಸುತ್ತಲಿನ ಕಾಗದವೆಲ್ಲವೂ ಬೆಳಗುತ್ತಲಿರಲು, ಈ ಕಪ್ಪು ಶಾಯಿಯ ಅಚ್ಚಿನ ಅಕ್ಷರಗಳು ನಿಮಗೆ ವೇದ್ಯ ವಾಗುತ್ತದೆಯೇ ವಿನಾ, ಅವು ತಾವು ಪ್ರತಿಫಲಿಸುವ ಬೆಳಕಿನಿಂದಲ್ಲ.

ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರತಿಫಲನವು ಸರಿಯಾಗಿ ಸಮತಟ್ಟಾಗಿರುವ ಇಲ್ಲವೆ ವಕ್ರತೆಯೂ ಕ್ರಮಬದ್ಧವಾಗಿರುವ ಅಡೆತಡೆಗಳಿಂದ ಸ್ಪಷ್ಟ ನಿಯಮಪ್ರಕಾರದಲ್ಲೇ ನಡೆಯುತ್ತದೆ; ಏರುಪೇರುಗಳಿದ್ದರೆ, ಇದು ಅನಿ ಯತವಾಗಿ ಪ್ರತಿಫಲನ ಹೊಂದುವುದು. ಇಲ್ಲವೆ ಅನಿಶ್ಚಿತವಾಗಿಯೇ ಎಂಬಂತೆ, ವಿಸರಣ ಹೊಂದುವುದು (ಹರಡುವುದು, diffuses). ಸಮತಲವಾದ ಮತ್ತು ಒಳ್ಳೆ ಪಾಲಿಶ್ ಇರುವ ಲೋಹದ ತಗಡುಗಳು, ಕನ್ನಡಿ ಇವುಗಳಲ್ಲಾದರೋ ಬೆಳಕು ಕ್ರಮಬದ್ಧವಾಗಿ ಪ್ರತಿಫಲನ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಕನ್ನಡಿಯ ಮುಂದೆ ನಿಂತಾಗ ನೀವು ನಿಮ್ಮ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವನ್ನು ಕಾಣುತ್ತೀರಿ. ಈ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವಾದರೂ ನಿಜಕ್ಕಾದರೂ ಅಲ್ಲಿ ಕನ್ನಡಿಯ ಹಿಂದೆ ಉಂಟಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಇಂಥಾ ಬಿಂಬವನ್ನು ಅವಾಸ್ತವ–ಮಿಥ್ಯಾ (virtual) ಬಿಂಬ ವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ.

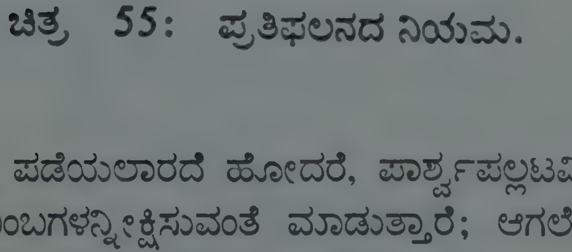
ಬೆಳಕಿನ ವಿಸರಣದಲ್ಲಿ, ಸಿಕ್ಕಾಬಟ್ಟೆ ಏರುತಗ್ಗುಗಳಿರುವ ಮೈಯಲ್ಲಿ ಬೆಳಕು ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಳ್ಳುತ್ತ ವಿಸರಣ ಹೊಂದುವಾಗ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಂಡ ಕಿರಣಗಳು ಅನಿಶ್ಚಿತ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಸಾಗುತ್ತಲಿರುವ ಕಾರಣ ನೀವು ಪ್ರತಿಬಿಂಬವನ್ನು ಕಾಣಲಾರಿರಿ, ಇದರ ಬದಲು, ಬೆಳ್ಳಗಿನ ಛಾಯೆಯೊಂದು ಮಾತ್ರ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಮಂಜು, ಬಿಳೀ ಕಾಗದ ಇವೆರಡೂ ಇಂಥ ವಿಸರಣದಿಂದಲಷ್ಟೇ ಬೆಳ್ಳಗೆ ಕಾಣುವ ವಸ್ತುಗಳು. ಇಂಥ ಕ್ರಮಬದ್ಧ ಪ್ರತಿಫಲನ ಮತ್ತು ವಿಸರಣಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರ 54ರಲ್ಲಿ ಕಾಣಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ 54: ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರತಿಫಲನ

ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವೊಂದು ಸಮತಲದರ್ಪಣ ಇಲ್ಲವೆ, ಸಮತಟ್ಟಾದ ಲೋಹದ ಮೈಯ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದರೆ, ಇದು ಎಷ್ಟರ ಕೋಣಾಂತರದಲ್ಲಿ ತಲದ ಮೇಲೆ ಅಧಿಪತನ ಹೊಂದುವುದೋ, ಅಷ್ಟರ ಕೋಣಾಂತರದಲ್ಲೇ ಅದು ಅದೇ ತಲದಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲನ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಪ್ರತಿಫಲನದ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಅಧಿಪತನಕೋಣ = ಪ್ರತಿಫಲನಕೋಣವೆಂಬುದು ಪ್ರತಿಫಲನದ ಮುಖ್ಯ ನಿಯಮ.

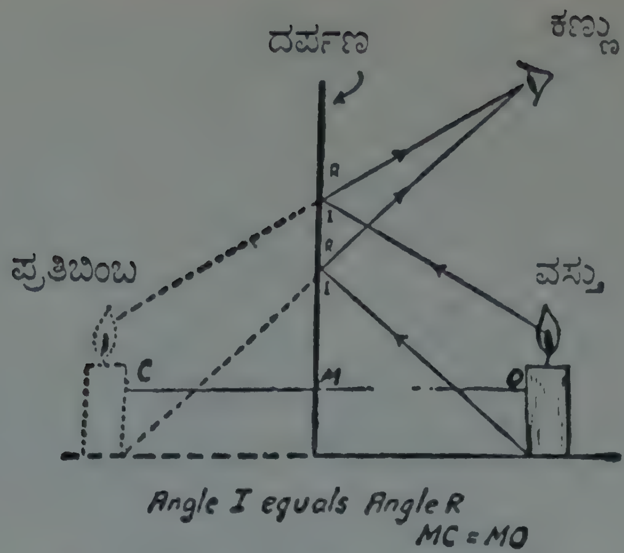
ವಸ್ತುವನ್ನೂ ಅದು ಪ್ರತಿಬಿಂಬವನ್ನೂ ಜೋಡಿಸುವ ರೇಖೆಯು ಸಮತಲದರ್ಪಣಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿದೆ. ದರ್ಪಣವು ನಮ್ಮ ದೃಷ್ಟಿರೇಖೆಗೆ ಲಂಬವಾಗಿರದಿದ್ದರೆ, ನಾವು ಬಿಂಬವನ್ನು ಕಾಣಲಾರೆವು. ಜ್ಯಾಮಿತೀಯ (Geometry) ಪ್ರಮೇಯಗಳನ್ನಾಧರಿಸಿ, ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಫಲನ ನಿಯಮಗಳ ಪ್ರಕಾರ ವಸ್ತುವು ದರ್ಪಣದ ಎಷ್ಟು ಮುಂದೆ ಇದೆಯೋ, ಅದರ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ಅಷ್ಟೇ ಹಿಂದೆ ಇದೆ ಎಂದು ಸಾಧಿಸಬಹುದು. ಚಿತ್ರ 55 (b)ಯಲ್ಲಿ ಕಣ್ಣನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸುವವರು ಕಣ್ಣು ಮತ್ತು ವಸ್ತುವಿನ ನಡು



ಚಿತ್ರ 55: ಪ್ರತಿಫಲನದ ನಿಯಮ.

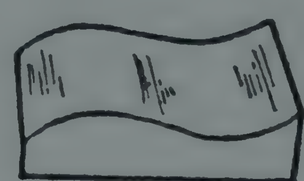
ವಣ ದೂರವನ್ನು ಸಾಕಷ್ಟು ಪಡೆಯಲಾರದೆ ಹೋದರೆ, ಪಾರ್ಶ್ವಪಲ್ಲಟವಿದ್ದ ಅಕ್ಷರಗಳನ್ನು ತಲೆಯ ಹಿಂದಿಟ್ಟು ಅವುಗಳ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳನ್ನೀಕ್ಷಿಸುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತಾರೆ; ಆಗಲೋ ಅಕ್ಷರಗಳು ಸರಿಯಾಗಿ ಕಾಣುವುವಲ್ಲದೆ, ಕಣ್ಣಿನಿಂದ ಅವುಗಳ ದೂರವೂ ಎರಡು ಪಾಲಾಗುವುದು.

ವಕ್ರ (ಗೋಲಿಯ) ದರ್ಪಣಗಳು ಇಷ್ಟರ ತನಕ ದರ್ಪಣಗಳನ್ನು ಸಮತಟ್ಟು ಎಂದೇ ಪರಿಗ್ರಹಿಸಿರುವೆವು. ಇವು ವಕ್ರವಾದರೆ, ಏರುಪೇರುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ್ದರೆ, ಬಿಂಬಗಳು ವಿಕೃತವಾಗಿ ಕಂಡು ಬಂದು ನಗು ಹುಟ್ಟಿಸುತ್ತವೆ. ಚಿತ್ರ 56ರಲ್ಲಿ ಹೀಗೆ ಬಾಗಿರುವ ದರ್ಪಣತಲವನ್ನು ಚಿತ್ರಿಸಲಾಗಿದೆ. ದರ್ಪಣತಲವು ತಾನು ಗೋಲದ ಸೀಳೂ ಇರಬಹುದು. ಇವನ್ನೇ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಗೋಲದರ್ಪಣ



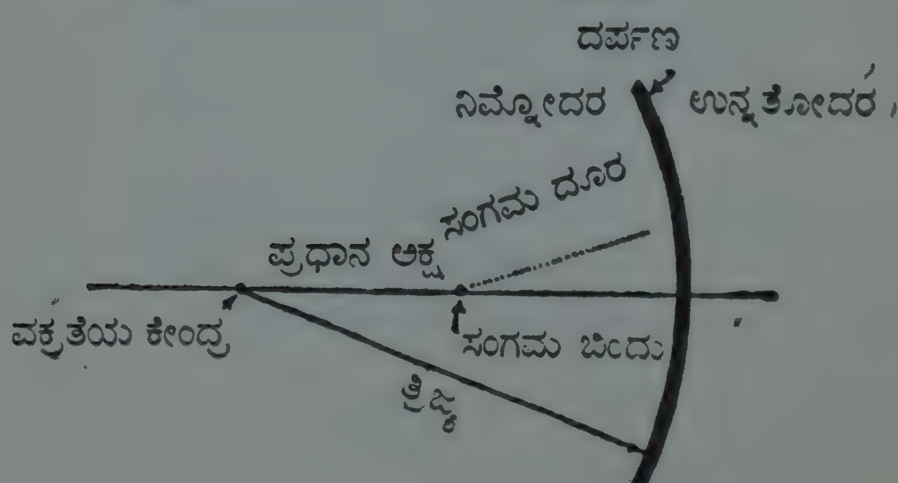
ಚಿತ್ರ 55b : ಪ್ರತಿಫಲನನಿಯಮದ ವಿವರ.

(Spherical Mirrors) ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಇಂಥ ವರ್ತುಲದರ್ಪಣಗಳ ಹೊರಮೈಯಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲನವೊದಗಿದರೆ, ಇದು ಉನ್ನತೋದರ ದರ್ಪಣ (Convex); ಒಳಮೈಯಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲನವೊದಗಿದರೆ ಅದು ನಿಮ್ನೋದರದರ್ಪಣ (Concave). ಸಾರನ್ನು ಸುರಿಯುವ ಸ್ಟೀಲ್ ಸೌಟೊಂದರ ಉಬ್ಬಿದ



ಚಿತ್ರ 56: ವಕ್ರ ಮೈ(ತಲ)

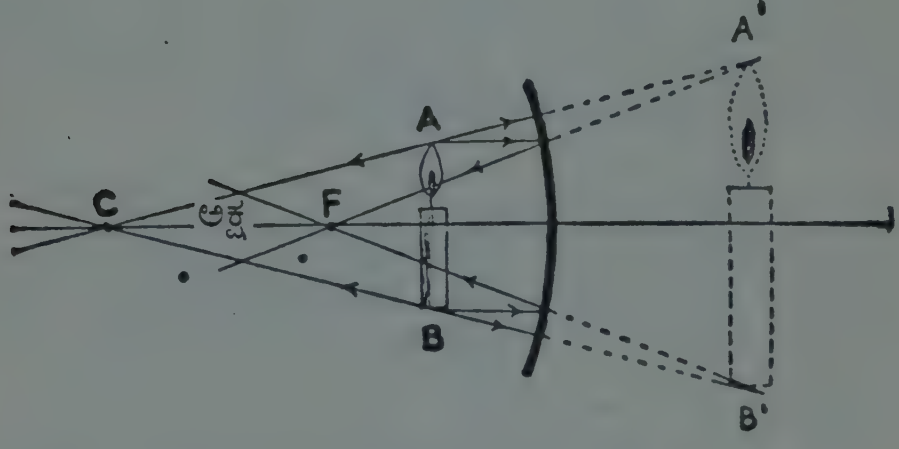
ಮೈಯಲ್ಲಿ ನಿಮ್ಮ ಮುಖ ನೋಡಿರಿ. ಪ್ರತಿಬಿಂಬ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತದೆ; ಸೌಟಿನ ಆಚೆ ಮಗ್ಗುಲಲ್ಲಿ ನಿಮ್ಮ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವೋ ತಲೆಕೆಳಗಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಇವೆರಡು ಬಿಂಬಗಳು ಉನ್ನತೋದರ! ಮತ್ತು ನಿಮ್ನೋದರ ವರ್ತುಲದರ್ಪಣಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ಸಾಮಾನ್ಯ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳು.



ಚಿತ್ರ 57: ವರ್ತುಲದರ್ಪಣಗಳು

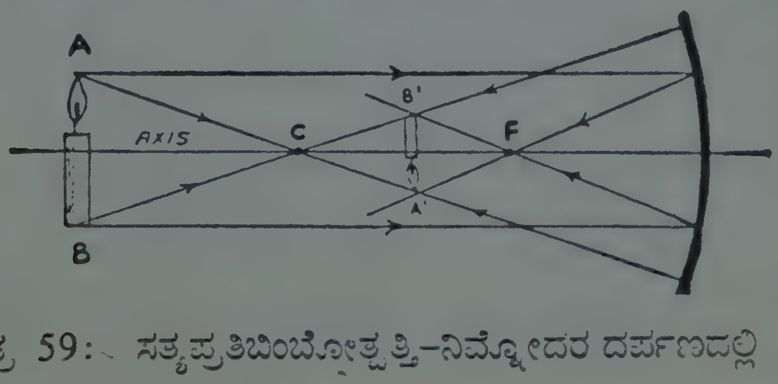
ಚಿತ್ರ 57ನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿರಿ. ಇದರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಬದಿ ಉನ್ನತೋದರವಾದರೆ ಮತ್ತೊಂದು ಮಗ್ಗುಲು ನಿಮ್ನೋದರವಾಗಿದೆ. ಈ ವರ್ತುಲ ದರ್ಪಣಕ್ಕೆ ಅವಶ್ಯವಾಗಿಯೂ ತನ್ನ ವಕ್ರತೆಯ ಕೇಂದ್ರ (Centre of curvature)ವಿದೆ. ತ್ರಿಜ್ಯವು (Radius) ಇದೆ; ಅಕ್ಷವಿದೆ (Axis). ದರ್ಪಣದ ಕೇಂದ್ರಬಿಂದುವನ್ನೂ ವಕ್ರತೆಯ ಕೇಂದ್ರಬಿಂದುವನ್ನೂ ಜೋಡಿಸುವ ರೇಖೆಯೇ ಪ್ರಧಾನ ಅಕ್ಷ (Principal axis). ಇನ್ನೊಂದು ವಿಶಿಷ್ಟಬಿಂದುವೇ ವರ್ತುಲ ದರ್ಪಣದ ಫೋಕಸ್'–ಸಂಗಮಬಿಂದು (focus).

ಕೇಂದ್ರವನ್ನು C ಯಿಂದಲೂ, ಸಂಗಮಬಿಂದುವನ್ನು F ನಿಂದಲೂ ಗುರುತಿಸಲಾಗಿದೆ. ಪ್ರಧಾನ ಅಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿ ಒಂದು ದರ್ಪಣದ ಮೇಲೆರಗುವ ಕಿರಣಗಳೆಲ್ಲವೂ ಈ ಸಂಗಮಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಒಂದುಗೂಡುವಂತೆ ಅಥವಾ ಈ ಬಿಂದುವಿನಿಂದಲೇ ಹೊರ ಸರಿಯುವಂತೆ ಕಾಣುತ್ತವೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಈ ಸಂಗಮಬಿಂದು ತಾನು ದರ್ಪಣದ ಮಧ್ಯ ಬಿಂದು (Pole) ಹಾಗೂ ಕೇಂದ್ರಗಳ ಸರಿ ನಡುವೆ ಇದ್ದು, ದರ್ಪಣದ ಮಧ್ಯಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಇದರ ದೂರವನ್ನು ಸಂಗಮದೂರ (focal length) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.



ಚಿತ್ರ 58: ಮಿಥ್ಯಾಪ್ರತಿಬಿಂಬೋತ್ಪತ್ತಿ–ನಿಮ್ನೋದರ ದರ್ಪಣದಲ್ಲಿ

ಮುಖಕ್ಷೌರಕ್ಕಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ವರ್ತುಲ ಕನ್ನಡಿಯನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿರಿ. ಇದು ನಿಜವಾಗಿಯೂ ವರ್ತುಲ, ನಿಮ್ನೋದರ ಕನ್ನಡಿ. ಇದರ ಹತ್ತಿರಕ್ಕೆ ಮುಖವನ್ನು ತಂದಾಗ, ಮುಖದ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ದೊಡ್ಡದಾಗಿಯೂ, ಆದರೇನು, ಮಿಥ್ಯಾ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವಾಗಿಯೂ (virtual) ಕಾಣುತ್ತದೆ; ಮುಖವನ್ನು ದೂರ ಕೊಂಡುಹೋದರೆ ಸತ್ಯಬಿಂಬವೇನೋ ದೊರಕಬಹುದು, ಆದರೆ, ಇದು ತಲೆಕೆಳ

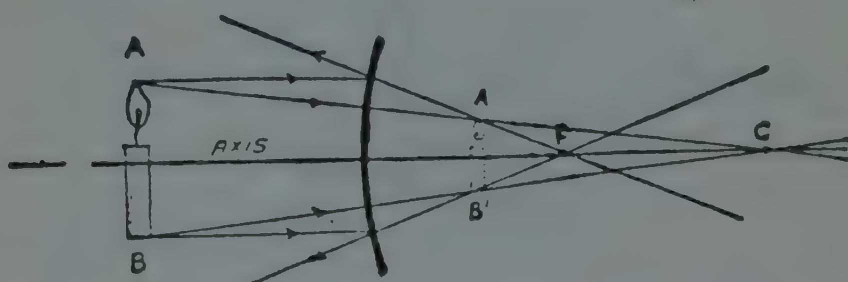


ಚಿತ್ರ 59: ಸತ್ಯಪ್ರತಿಬಿಂಬೋತ್ಪತ್ತಿ–ನಿಮ್ನೋದರ ದರ್ಪಣದಲ್ಲಿ

ಗಾಗಿ (Inverted) ರುತ್ತದೆ; ಹ್ರಸ್ವವೂ (Diminished) ಇರಬಹುದು, ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ದೊಡ್ಡದಾಗಿಯೂ ಇರಬಹುದು. ಇಂಥ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರ 58 ಮತ್ತು 59 ರಲ್ಲಿ ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಿರಿ.

ನಿಮ್ನೋದರ ದರ್ಪಣದಲ್ಲಿನ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳು ಚಿತ್ರ 58, 59ಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿರಿ. ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ದರ್ಪಣಕ್ಕೆಳೆಯಲಾದ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಕೇಂದ್ರ c ಮತ್ತ ಸಂಗಮಬಿಂದು F ಮೂಲಕ ಎಳೆಯಲಾಗಿದೆ. ಚಿತ್ರ 58 ರಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವನ್ನು ದರ್ಪಣದಿಂದ ಸಂಗಮದೂರಕ್ಕಿಂತ ಹತ್ತಿರವಾಗಿಡಲಾಗಿದೆ. A ಯಿಂದ ಪ್ರಧಾನ ಅಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮಾನಾಂತರವಾದ ಕಿರಣವು ಪ್ರತಿಫಲನಾನಂತರದಲ್ಲಿ F ನ್ನು ಹಾದು ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಇನ್ನು A ಯಿಂದ ಹೊರಟು C ಯನ್ನು ಹಾದು ಹೋಗುವ ಕಿರಣವೋ ಹಾಗೆಯೇ ಹಿಂದೆ ಮರಳುತ್ತದೆ – ಉತ್ಕ್ರಮಣ ಹೊಂದು– (Reverse) ತ್ತದೆ. ಇಂಥ ಎರಡು ಕಿರಣಗಳು ಪುನಃ ಸಂಧಿಸುವಲ್ಲೇ ನಮಗೆ A ಯು ಪ್ರತಿಬಿಂಬ A ಲಭಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆಯೇ B ಯ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವೇ B'; A'B' ಎಂಬುದು A B ಯ ವರ್ಧನೆ ಪಡೆದ (magnified) ಪ್ರತಿಬಿಂಬ. ಇದಾದರೋ ವಾಸ್ತವ ಬಿಂಬವಲ್ಲ, ಕಾರಣ, ನಿಜಕ್ಕಾದರೂ ದರ್ಪಣದಿಂದ ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಕಿರಣಗಳು ಹೋಗಲಾರವು,

ಇನ್ನು ಚಿತ್ರ 59ರಲ್ಲಿ ಇಂಥದೇ ತತ್ವವನ್ನಾಧರಿಸಿ ನಿರ್ಮಿಸಲಾದ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ A'B'ಯು ಹ್ರಸ್ವರೂಪದ, ಆದರೆ ತಲೆಕೆಳಗಾದ ಮತ್ತು ವಾಸ್ತವವಾದ (Real inverted) ಪ್ರತಿಬಿಂಬವಾಗಿದೆ. ಇದನ್ನು ತಕ್ಕ ಪರದೆಯ ಮೇಲೆ ನಾವು ಪಡೆದು ಪರೀಕ್ಷಿಸಬಹುದು.

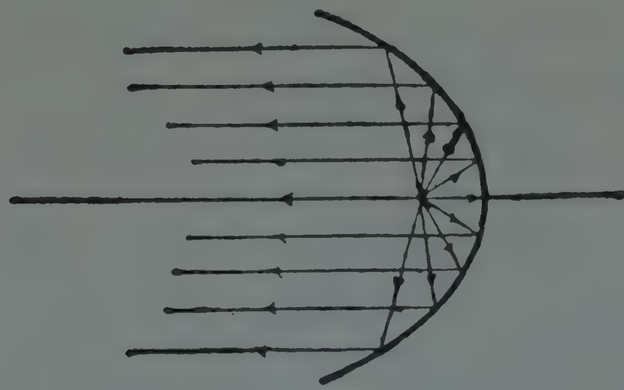


ಚಿತ್ರ 60: ಮಿಥ್ಯಾಪ್ರತಿಬಿಂಬೋತ್ಪತ್ತಿ–ಉನ್ನತೋದರ ದರ್ಪಣದಲ್ಲಿ

ಚಿತ್ರ 60 ರಲ್ಲಿ ಉನ್ನತೋದರ ವರ್ತುಲ ದರ್ಪಣದಲ್ಲಿ ಬಿಂಬೋತ್ಪತ್ತಿಯನ್ನು ಚಿತ್ರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವಿನ ನೆಟ್ಟಗಿನ, ಆದರೆ ಹ್ರಸ್ವ ಹಾಗೂ ಅವಾಸ್ತವ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವಿದೆ. ಇಂಥ ದರ್ಪಣಗಳನ್ನು ಹ್ರಸ್ವಕಾರಕ (Reducing) ದರ್ಪಣಗಳೆನ್ನುವುದಿದೆ.

ಪರವಲಯವು (parabola) ಒಂದು ವಿಶಿಷ್ಟ ಗುಣಗಳುಳ್ಳ ವಕ್ರರೇಖೆ. ಒಂದು ಚೆಂಡನ್ನು ನೀವು ಮೇಲಕ್ಕೆಸೆಯಿರಿ. ಇದರ ಪಥವು ಇಂಥದೇ ವಕ್ರರೇಖೆ. ಪರವಲಯದ ನಾಭಿಯಲ್ಲಿ (focus)ಟ್ಟ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಇದು ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿದಾಗ, ಎಲ್ಲವನ್ನೂ ಪರವಲಯಾಕಾರವು ತನ್ನ ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿ ಹಿಮ್ಮರಳಿಸುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರ 61ರಲ್ಲಿ ಇದನ್ನು ನೋಡಬಹುದು; ಇಲ್ಲಿಯೂ ಅಧಿಪತನ ಕೋಣವು ಪ್ರತಿಫಲನ ಕೋಣಕ್ಕೆ ಸಮ, ಎಂಬ ನಿಯಮಾನುಸಾರವಾಗಿಯೇ ನಾಭಿಯಲ್ಲಿಟ್ಟ ವಸ್ತುವಿನ ಕಿರಣಗಳನ್ನು, ದರ್ಪಣವು ಅಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿ ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿಬಿಡುವ ಕಾರಣ, ಬಹಳ ದೂರಕ್ಕೆ ಒಂದು ಬೆಳಕಿನ ಪುಂಜವನ್ನು ಕಳುಹಬೇಕಾದರೆ, ಪರವಲಯಾಕಾರದ ದರ್ಪಣವನ್ನೇ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಬೆಳಕಿನ ಉಗಮವನ್ನು ನಾಭಿಗೆ ಆದಷ್ಟು ಹತ್ತಿರವೇ ಇಟ್ಟುಬಿಡುತ್ತಾರೆ. ಮೋಟಾರುವಾಹನಗಳ ಸರ್ಚ್‌ಲೈಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ, ಹಾಗೆಯೇ ಅನ್ವೇಷಕ ಕಂದೀಲುಗಳಲ್ಲಿ (search lights) ಇಂಥದೇ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನೇ ನೀವು ನೋಡುತ್ತೀರಿ. ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳನ್ನು

ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಉಷ್ಣದ ಅಲೆಗಳನ್ನು – ಕಿರಣಗಳನ್ನು, ಧ್ವನಿಯ ಅಲೆಗಳನ್ನು ಹೀಗೆಯೇ ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಅನೇಕ ಉಪಕರಣಗಳೂ ಇಂದು ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 61: ಪರವಲಯ ದರ್ಪಣ.

ಈ ಧರ್ಮದ ವಿರೋಧ ಧರ್ಮವೂ (Converse) ಸತ್ಯವಾಗಿದೆ. ಸಮಾನಾಂತರಕಿರಣಗಳುಳ್ಳ ಪುಂಜವೊಂದನ್ನು ಪರವಲಯಾಕಾರದ ದರ್ಪಣದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಳಿಸಿದಾಗ ಎಲ್ಲ ಕಿರಣಗಳೂ ನಾಭಿಯನ್ನೇ ಹಾದುಹೋಗುತ್ತವೆ, ನಾಭಿಯಲ್ಲೇ ಎಲ್ಲ ಕಿರಣಗಳು ಏಕತ್ರಿತವಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ತತ್ವವನ್ನು ಇಂದಿನ ಪ್ರತಿಫಲನಕಾರಕ ದೂರದರ್ಶಕಗಳಲ್ಲಿ (Reflection Telescope) ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಸಾರಾಂಶ: ಸಮತಲ, ನಿಮ್ನ ಮತ್ತು ಉನ್ನತ ವರ್ತುಲಗಳ ವಿವರಗಳನ್ನು ಹೀಗೆ ಸಂಗ್ರಹಿಸಲಾಗಿದೆ; ಸಮತಲ ಮತ್ತು ಉನ್ನತ ವರ್ತುಲಾಕಾರದ ದರ್ಪಣಗಳ ಮಿಥ್ಯಾ (ಅವಾಸ್ತವ virtual) ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳು ಮಾತ್ರ ಲಭಿಸುತ್ತವೆ.

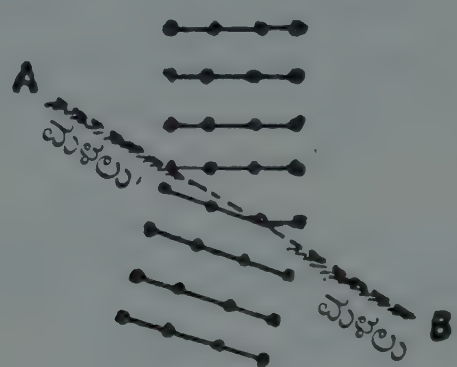
ನಿಮ್ನ ವರ್ತುಲದರ್ಪಣಗಳಲ್ಲಿ ವಾಸ್ತವ ಮತ್ತು ಅವಾಸ್ತವ ಹೀಗೆ ಎರಡು ಜಾತಿಯ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳೂ ಲಭಿಸುತ್ತವೆ.

ಅವಾಸ್ತವ, ಇಲ್ಲವೆ ಮಿಥ್ಯಾಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳೆಲ್ಲ ಊರ್ಧ್ವಶೀರ್ಷ (erect = ನೆಟ್ಟಗೆ ತಲೆ ಮೇಲಾಗಿರುವ) ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳು. ವಾಸ್ತವ ಬಿಂಬಗಳೆಲ್ಲ ಅಧಃಶೀರ್ಷಕಗಳು (ತಲೆ ಕೆಳಗಾದುವುಗಳು–inverted).

5. ಸಮತಲದರ್ಪಣದಲ್ಲಿನ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ಅವಾಸ್ತವ, ಊರ್ಧ್ವಶೀರ್ಷಕ ಮತ್ತು ವಸ್ತುವಿನ ಗಾತ್ರದ್ದೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಉನ್ನತ ವರ್ತುಲ ದರ್ಪಣಗಳಲ್ಲಿನ ಪ್ರತಿಫಲನಗಳಿಂದ ಲಭಿಸುವ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳು ವಸ್ತುಗಳಿಗಿಂತ ಯಾವಾಗಲೂ ಹ್ರಸ್ವವೇ ಆಗಿರುತ್ತವೆ; ನಿಮ್ನ ದರ್ಪಣಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳು ವರ್ಧಿತವೂ ಇರಬಹುದು, ಹ್ರಸ್ವವೂ ಇರಬಹುದು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಅವಾಸ್ತವ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳು ಯಾವಾಗಲೂ ವಿವರ್ಧಿತವಾಗಿಯೇ ಇರುತ್ತವೆ.

ಕಿರಣಭಂಗ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಭಂಗವೊಂದು ಬಹಳ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾದ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಸತ್ಯಗಳಲ್ಲೊಂದು. ಇಂಥ ಪರಿಣಾಮಗಳಿಲ್ಲದೆ ಹೋಗಿದ್ದರೆ? ಇಂದಿನ ಫೊಟೋಗ್ರಾಫ್, ಚಲಚಿತ್ರ, ದೂರದರ್ಶಕ ಮೊದಲಾದ ಉಪಕರಣಗಳು ಇರುವುದು ಅಸಾಧ್ಯವೇ ಎನಿಸುತ್ತಿತ್ತು. ಹೆಚ್ಚೇಕೆ? ಇಂದಿನ ಖಗೋಲಶಾಸ್ತ್ರದ ಪ್ರಗತಿ ಮತ್ತು ಜೀವಾಣುಶಾಸ್ತ್ರ (Bacteriology) ಮೊದಲಾದ ಶಾಸ್ತ್ರಗಳ ಅಧ್ಯಯನಗಳೂ ಸಾಧ್ಯವಿದ್ದಿರಲಿಲ್ಲ.

ತರಂಗಗಳಂತಿದ್ದರೂ ಬೆಳಕು ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಸರಳರೇಖೆಗಳಲ್ಲೇ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಈ ಬಗ್ಗೆ ಅದು ಚಲಿಸುವ ಮಾಧ್ಯಮವೋ ತಾನು ಒಂದೇ ಇರಬೇಕು. ಒಂದು ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಲಿದ್ದ ಬೆಳಕು ಮತ್ತೊಂದು ಮಾಧ್ಯಮವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿದರೆ, ಅಲ್ಲಿ ಅದು ತನ್ನ ಋಜುಪಥದಿಂದ ತುಸು ಬಾಗುತ್ತ ಎರಡನೆಯದರಲ್ಲಿ ಪುನಃ ಋಜುಪಥದಲ್ಲೇ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕಾದರೋ ವಿವಿಧ ಮಾಧ್ಯಮಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವು ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗಿರುವುದೇ ಕಾರಣವಾಗಿದೆ. ನಾಲ್ಕು ಸಾಲುಗಳಲ್ಲಿ 'ಪಥ ಚಲನ' (March) ಮಾಡುತ್ತಲಿರುವ ಸೈನಿಕರು ನೇರಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿದ್ದಂತೆ ಅವರ ಹಾದಿಯಲ್ಲಿ ಮರಳಿನ ದಂಡೆ ಅಡ್ಡವಾಗಿ ಬಂದು, ಮುಂದೆ ಎಲ್ಲಾ ಮರಳು ಇದೆ ಎನ್ನಿರಿ. ಆಗ ಚಿತ್ರ 62ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ, ಅವರು ಮರಳುದಂಡೆ ದಾಟಿ ಮುಂಬರಿವಾಗ, ಹಿಂದಿನ ಸಾಲುಗಳಲ್ಲೇ ಇರಲಾರರು; ಕಾರಣ, ಅವರ ವೇಗವು ಮರಳಿನಲ್ಲಿ ನಡೆವಾಗ ತುಸುವಾದರೂ ಕುಂಠಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ಅವರು ಮುನ್ನಡೆವ ಸಾಲುಗಳ ಮುಖವು (front) ಬಾಗುತ್ತದೆ, ಪಥವೂ ಕೂಡ ಹಿಂದಿನ ಪಥಕ್ಕಿಂತ ತುಸು ಓರೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ AB ಎಂಬುದು ಮರಳುಮಣ್ಣು ಮತ್ತು ಗಟ್ಟಿ ನೆಲಗಳನ್ನೂ ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸುವ ಸಾಲು; ಮೇಲೆ ಗಟ್ಟಿ ಮಣ್ಣು ಇದ್ದು, ಕೆಳಗೆ ಮರಳಿದೆ ಎಂದುಕೊಳ್ಳಿರಿ. ಆಗ ಇವರ ಪಥ ಚಲನೆಯ ಸಾಲು AB ಯ ಹಿಂದೆ ಮತ್ತು ಮುಂದೆ ತುಸು ಕೋಣಾಂತರದಲ್ಲಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನೂ ಅವಶ್ಯ



ಚಿತ್ರ 62: ಕಿರಣಭಂಗದ ಅರ್ಥಕಲ್ಪನೆ

ಗಮನಿಸಿರಿ. ಹೀಗೆ ಬೆಳಕು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಸೆಕುಂಡು ಒಂದರ 1,86,000 ಮೈಲು ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ; ಆದರೆ, ನೀರಿನಲ್ಲಿ 1,40,000 ಮೈಲು ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಕಾರಣ, ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳು ನೀರಿಗೆ ಬಂದು ಎರಗಿದೊಡನೆ, ಹಿಂದೆ ಹೇಳಿದಂತೆ ಸಾಲುಭಂಗ–ಕಿರಣಭಂಗ–ವೊದಗುತ್ತದೆ.

ಈಗ ತಾನೇ ಹೇಳಿದಂತೆ, ಬೆಳಕಿನ ಈ ವರ್ತನೆಯನ್ನು ಕಿರಣಭಂಗವೆನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಕೆಲವೊಂದು ಉದಾಹರಣೆಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಕಿರಣಭಂಗವು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರ 63ರಲ್ಲಿ ಪಾತ್ರೆಯ ಬುಡದಲ್ಲಿಟ್ಟ ನಾಣ್ಯವನ್ನು ಕಣ್ಣು ಇರುವಲ್ಲಿಂದ ಕಾಣಲಾರಿರಿ. ಆದರೆ ನಾಣ್ಯದ ಮೇಲೆ ನೀರನ್ನೋ, ಇತರ ಪಾರದರ್ಶಕ ದ್ರವವನ್ನೋ ಹಾಕಿದರೆ, ಒಂದಷ್ಟು ನೀರು ಹಾಕಿದೊಡನೆ, ನಾಣ್ಯವು ಇದ್ದಲ್ಲಿಂದ ಎತ್ತಲ್ಪಟ್ಟಿತೋ ಎಂಬಂತೆ, ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರಿಸುತ್ತದೆ. ನಾಣ್ಯವೇನೋ ತೇಲುವಂತಿಲ್ಲವಷ್ಟೆ. ಹಾಗಾದರೆ ಇದಕ್ಕೆ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಭಂಗವೇ ಕಾರಣ. ಅಂದರೆ, ನಾಣ್ಯದಿಂದ ಬರುವ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳು ದ್ರವದ ತಲಕ್ಕೆ ಬಂದು ಗಾಳಿಯನ್ನು ಸೇರಿ, ಅದರಲ್ಲಿ ಚಲಿಸಲಾರಂಭಿಸಿದೊಡನೆ, ಇವು ಹೊರ ಮಗ್ಗುಲಿಗೆ–ಲಂಬದಿಂದ ಹೆಚ್ಚಿನ ಕೋಣಾಂತರವಿದ್ದ ಪಥದಲ್ಲೇ ಚಲಿಸುವುವು. ಇದರಿಂದ ಅವುಗಳ ಉಗಮವು ಮೇಲೇರಿದಂತೆಯೂ ಭಾಸವಾಗುವುದು. ಇಷ್ಟೇ ಏಕೆ? ನೀವು ನಿಮ್ಮ ಬೆರಳನ್ನು ನೇರಾಗಿ ನೀರಿನೊಳಗೆ ಅದ್ದಿ ನೋಡಿರಿ.

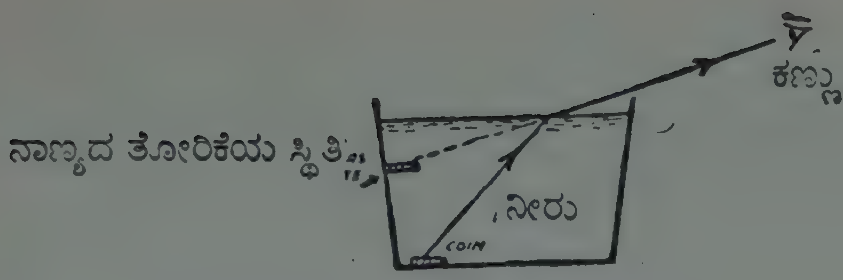
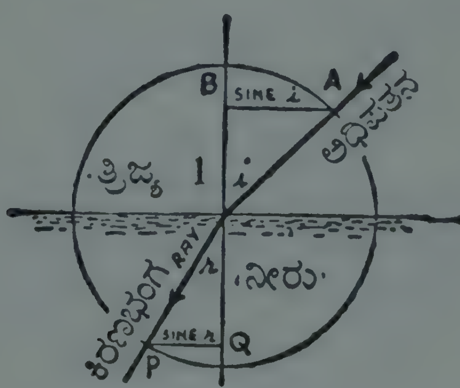


Fig. 63

ಚಿತ್ರ 63: ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಕಿರಣಭಂಗ

ನೀರಿನ ಕೆಳಗೆ, ನಿಮ್ಮ ನೆಟ್ಟಗಿರುವ ಬೆರಳು ತುಸುವಾಗಿ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಬಾಗಿದಂತೆ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ನೀರಿನ ತಲದ ಹತ್ತಿರ ಬೆರಳು ಸುತ್ತಲೂ ಮುರಿದು ಮೇಲಕ್ಕೆ ತಳ್ಳಲ್ಪಟ್ಟಂತೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಇದೂ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಭಂಗದ ಪರಿಣಾಮವೇ ಆಗಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 64: ಕಿರಣಭಂಗದ ನಿಯಮ.

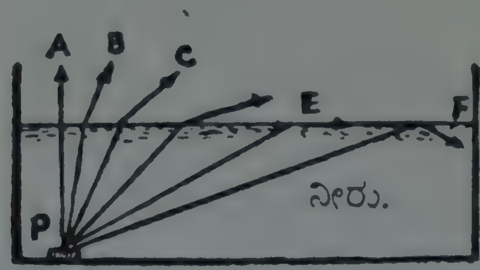
ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿನ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ ಮತ್ತು ಇತರ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗಗಳ ನಿಷ್ಪತ್ತಿಯೇ ಆ ಮಾಧ್ಯಮದ ಕಿರಣಭಂಗಸೂಚಕ (Index of Refraction) ಎನಿಸುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರ 64ರಲ್ಲಿ ಇಂಥ ಕಿರಣಭಂಗಗೊಳ್ಳುವ ಕಿರಣವೊಂದನ್ನು ನೋಡಿ. ತಲಕ್ಕೆ ಲಂಬವನ್ನೆಳೆದು ಅಧಿಪತನ ಕೋಣ i ಮತ್ತು ಕಿರಣಭಂಗದ ಕೋಣ r ನ್ನು ಎಣಿಸಿಕೊಂಡರೆ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ B A ಯು Sin i ಗೂ, BQ ವು Sin r ಗೂ ಅನುಪಾತಿಕವಾಗಿದೆ. $BA:BQ = \frac{\text{Sin } i}{\text{Sin } r}$ = ಕಿರಣಭಂಗಸೂಚಕ.

ವಿವಿಧ ಪಾರದರ್ಶಕ ಮಾಧ್ಯಮಗಳ ಕಿರಣಭಂಗಸೂಚಕಗಳಾದರೋ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಬೆಲೆಯವುಗಳೇ. ಶೂನ್ಯ ಪ್ರದೇಶ ಇಲ್ಲವೆ ನಿರ್ವಾತ ಪ್ರದೇಶ ಮತ್ತು ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಗಾಳಿಯ ಕಿರಣಭಂಗ ಸೂಚಕವನ್ನು 1 ಎಂದೇ ಪರಿಗ್ರಹಿಸಿ, ವಿವಿಧ ಮಾಧ್ಯಮಗಳ ಕಿರಣಭಂಗಸೂಚಕಗಳನ್ನು ಕೆಳಗಿನ ಕೋಷ್ಟಕದಲ್ಲಿ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ.

ಕಿರಣಭಂಗಸೂಚಕಗಳ ಕೋಷ್ಟಕ

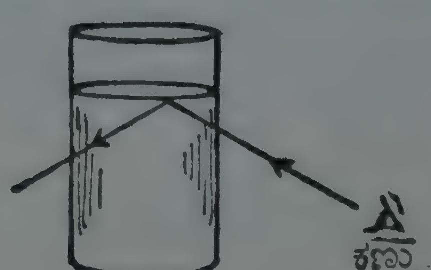
ನೀರು	1.33	ರಾಕ್ ಸಾಲ್ಟ್	1.55	ವಜ್ರ	2.47
ಆಲ್ಕೊಹಾಲ್	1.36	ಕಾರ್ಬನ್ ಡೈ ಸಲ್ಫೈಡ್	1.64		

ವಜ್ರದ ಕಿರಣಭಂಗಸೂಚಕವು ಅತ್ಯಧಿಕವಿರುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ವಿವಿಧ ಮುಖಗಳಿರುವಂತೆ ಕಡಿದಾಗ ಇದರೊಳಗೆ ಕಿರಣಭಂಗ ಹೊಂದುವ ಬೆಳಕು ಒಳಗೊಳಗೇ ಅನೇಕ ಬಾರಿ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಳ್ಳುತ್ತ, ಈ ಹರಳು ಅತ್ಯಂತ ಜಾಜ್ವಲ್ಯಮಾನವಾಗಿ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ, ನಕ್ಷತ್ರದಂತೆ ಮಿನುಗುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಹಲವು ಕೆತ್ತನೆಗಳ ವಜ್ರದ ಬೆಲೆಯು ವಿಪರೀತವಿರುತ್ತದೆ.



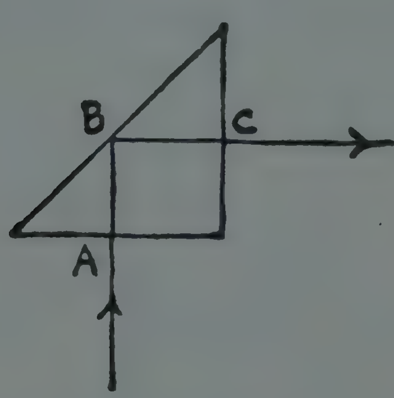
ಚಿತ್ರ 65· ಕ್ರಾಂತಿಕೋಣ.

ಕ್ರಾಂತಿ ಕೋಣ (Critical Angle) ಚಿತ್ರ 65 ಕ್ರಾಂತಿಕೋಣವೇನೆಂಬುದನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ P ವಸ್ತು ಪಾತ್ರೆಯ ತಲದಲ್ಲಿದೆ, ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ನೀರಿದೆ. P ಯಿಂದ ನೇರ ಊರ್ಧ್ವಾಭಿಮುಖವಾದ ಕಿರಣವು ತಲಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿದ್ದು, ಅಂತೆಯೇ ಮುಂಬರಿಯುತ್ತದೆ; ತುಸು ಓರೆಯಾಗಿ ತಲಕ್ಕೆ ಬಂದೆರಗಿದ PA ಕಿರಣವು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಮುಂಬರಿವಾಗ ಲಂಬದಿಂದ ಹೊರಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚು ಬಾಗುತ್ತದೆ, ಅಂದರೆ, ಅಧಿಪತನ ಕೋನ i ಗಿಂತ ಕಿರಣಭಂಗಕೋನ r ಹೆಚ್ಚಿನ ಪರಿಮಾಣವುಳ್ಳದು. ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ಓರೆಯಾಗಿ ಬಂದೆರಗುವ ಕಿರಣ PB ಯು ಮತ್ತೂ ಹೆಚ್ಚು ಹೊರ ಮಗ್ಗುಲಿಗೆ ಬಾಗುತ್ತದೆ, ಸರಿಯುತ್ತದೆ. i, r ಗಳೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತ PE ಕಿರಣವಾದರೋ ತಲವನ್ನು ಸೇರಿದಾಗ, ಕಿರಣಭಂಗಕೊಂಡ ಕಿರಣವು ತಲದಲ್ಲೇ ಮುಂಬರಿಯುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ಕಿರಣವನ್ನು – ಅಂದರೆ, ಹೌದೋ ಅಲ್ಲವೋ ಎಂಬಂತೆ ಎರಡನೆ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೆ ಮುಂಬರಿವ ಕಿರಣವನ್ನು ಕ್ರಾಂತಿಕಿರಣವೆಂತಲೂ, ಅದು ಮೊದಲ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಬಂದೆರಗುವ ಅಧಿಪತನ ಕೋಣವನ್ನು ಕ್ರಾಂತಿಕೋಣವೆಂತಲೂ ಕರೆಯು ತ್ತಾರೆ. ಇಂಥ ಕ್ರಾಂತಿಕೋಣವು ಅಧಿಪತನಕೋಣವಾಗಿಯುಳ್ಳ ಕಿರಣವು ಎರಡನೆ ಮಾಧ್ಯಮವನ್ನು ಹೌದೋ ಅಲ್ಲವೋ ಎಂಬಂತೆ, ಮಾತ್ರ ಪ್ರವೇಶಿಸುತ್ತದೆ; ಇಲ್ಲವೆ, ಈ ಕಿರಣದ ಕಿರಣಭಂಗಕೋನವು 1 ಸಮಕೋನ; ಇನ್ನೂ ಅಧಿಪತನಕೋನವು ಹೆಚ್ಚಿದಾಗಲೊ, PF ನಂಥ ರೇಖೆಯು ಎರಡನೆ ಮಾಧ್ಯ ಮಕ್ಕೆ ಪ್ರವೇಶವನ್ನು ಪಡೆಯುವಂತೆಯೇ ಇಲ್ಲ; ಬದಲು, ಅಲ್ಲಿಯೇ ಎರಡು ಮಾಧ್ಯಮಗಳನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇ ಕಿಸುವ ತಲದಲ್ಲಿ ಹಿಂದೆ ತಿರುಗುತ್ತದೆ, ಪ್ರತಿಫಲನ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರ 66 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿದಂತೆ ಗಾಜಿನ ಟಂಬ್ಲರೊಂದರಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ಅರ್ಧಕ್ಕೂ ಮಿಕ್ಕಿ ನೀರನ್ನು ತುಂಬಿರಿ. ಇದನ್ನು ಕಣ್ಣಿಗೆ ಅಡ್ಡವಾಗಿ ಕಣ್ಣಿನ ಮಟ್ಟಕ್ಕಿಂತ ತುಸು ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಹಿಡಿದರೆ, ಗಾಜು ನೀರುಗಳೆರಡೂ ಪಾರದರ್ಶಕವಾಗಿದ್ದರೂ,



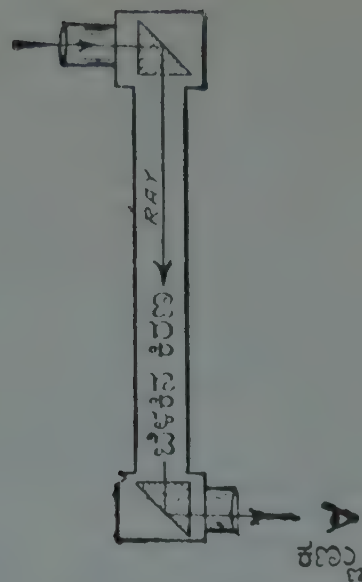
ಚಿತ್ರ 66: ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ

ನೀರ ಆಚೆ ಮಗ್ಗುಲಿನ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಕಾಣಲಾರಿರಿ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವನ್ನೂ ಈ ಚಿತ್ರವು ಸ್ಪಷ್ಟಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ. ಟಂಬ್ಲರಿನೊಳಗೆ ನೀರನ್ನು ಓರೆಯಾಗಿ ಪ್ರವೇಶಿಸಿದ ಕಿರಣವಾದರೋ ಅಲ್ಲೇ ಬಾಗುತ್ತದೆ. ಮತ್ತು ಹೆಚ್ಚುಮಟ್ಟಿಗೆ ನೀರಿನ ತಲವನ್ನು ಕ್ರಾಂತಿಕೋಣಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಅಧಿಪತನ ಕೋಣವಿದ್ದು ಮುಟ್ಟುತ್ತದೆ; ಆ ನಿಮಿತ್ತ, ಅದು ಅಲ್ಲೇ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಂಡೂ ಹೊರಗೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಕಿರಣವು ಕಣ್ಣನ್ನು ಸೇರಿದಾಗಲೋ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಕೆಳಮುಖವಾಗಿ ಹರಿಯುವ ಕಾರಣ ಕೆಳ ಮಗ್ಗುಲಿನಲ್ಲಿರುವವಸ್ತುಗಳೆಲ್ಲವೂಮೇಲಿದ್ದಂತೆ ಭಾಸವಾವಾಗುತ್ತದೆ.ಟಂಬ್ಲರಿನಕೆಳಮಟ್ಟದಲ್ಲಿದ್ದವಸ್ತುಗಳೇ ಮೇಲ್ಲಿದ್ದಂತೆ ಭಾಸವಾದರೆ, ಮತ್ತೆ ಕಣ್ಣಿನ ಮಟ್ಟದಲ್ಲೇ ಇದ್ದ ಆಚೆ ಮಗ್ಗುಲಿನ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ನಾವು ಕಾಣಬಲ್ಲೆವೆ? ಪೆರಿಸ್ಕೋಪ್ (ಪರಿದರ್ಶಕ, Periscope) ಮತ್ತು ನಾಟ್ಯದೂರದರ್ಶಿ (Opera glass)ಗಳಲ್ಲಿ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನದಿಂದಲೇ ವಸ್ತುಗಳ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳು ಕಾಣುತ್ತವೆ. ಚಿತ್ರ 67 ನ್ನು ನೋಡಿರಿ. ಇದರಲ್ಲಿ ಸಮದ್ವಿಬಾಹು ಸಮಕೋಣ ಅಶ್ರಗದ ಮೂಲಕ (Prism) ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವೊಂದು ಹಾದು ಮುಂಬರಿದಾಗ B ಯಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಳ್ಳುವುದನ್ನು ಚಿತ್ರಿಸಲಾಗದೆ. ಕಿರಣವು A ಯಲ್ಲಿ ಲಂಬವಾಗಿ ಒಂದು ಮೈಗೆ ಬಂದೆರಗುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲಿ ಕಿರಣಭಂಗಗೊಳ್ಳದೆ ಮುಂದರಿದು, B ಯ ಪ್ರವಣ ಮೈಯನ್ನು ಸೇರುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲಿ ಅದು ಬಂದೆರಗಿದಾಗ, ಅಧಿಪತನ ಕೋಣವು 45° ಗಾಜಿನ ಕ್ರಾಂತಿ ಕೋಣವೋ 43° ಮಾತ್ರ; ಆದುದರಿಂದ, ಇಂತಹ ಕಿರಣವು ಆಂತರಿಕಪ್ರತಿಫಲನಗೊಂಡು ಆಚೆಯ ಲಂಬತಲದ ಮಗ್ಗುಲಿನಿಂದ ದೂರಕ್ಕೆ ಸರಿಯುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ, B ತಲವು ಕೇವಲ ದರ್ಪಣದಂತೆಯೇ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಇಂಥ ಪ್ರಿಸ್ಮ್‌ಗಳನ್ನು ಆಂತರಿಕಪ್ರತಿಫಲನದ ಪ್ರಿಸ್ಮ್‌ಗಳೆಂದೂ ಕರೆಯುವುದಿದೆ. ಇನ್ನು ಚಿತ್ರ 68ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ ಎರಡು ಇಂಥ ಆಂತರಿಕಪ್ರತಿಫಲನಕಾರಕ ಪ್ರಿಸ್ಮ್‌



ಚಿತ್ರ 67: ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನಕಾರಕ ಅಶ್ರಗ

ಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ, ನೀರಿನ ಮೇಲ್ಭಾಗದ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಜಲಾಂತರ್ಗಾಮಿಗಳಲ್ಲಿದ್ದೇ ಈಕ್ಷಿಸುವ ದರ್ಶಕದಲ್ಲಿ ಹೇಗೆ ಕಾಣಬಹುದು ಎಂಬುದರ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ನೋಡಿರಿ. ನೀರಿನ ಮೇಲ್ಭಾಗದಿಂದ ಬಂದ ಕಿರಣಗಳ ಕೊಳವೆಯ ಮೇಲ್ಭಾಗದ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನಕಾರಕ ಪ್ರಿಸ್ಮ್‌ದಲ್ಲಿ ಕಿರಣಗಳು ಮೊದಲಿನ ದಿಕ್ಕಿನಿಂದ 90°ಗಳಷ್ಟು ಬಾಗುತ್ತಾ, ಪುನಃ ಕೊಳವೆಯ ಕೆಳಭಾಗದಲ್ಲಿನ ಎರಡನೇ ಅಂತಹದೇ ಪ್ರಿಸ್ಮ್‌ನ್ನು ಸೇರುವುವು. ಇಲ್ಲಿಯೂ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ ಹೊಂದುತ್ತ, ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳ ಪುಂಜವು ಪುನಃ 90°ಗಳಷ್ಟು ಬಾಗುತ್ತ, ಅಂದರೆ, ಹಿಂದಿನ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲೇ ಮುಂಬರಿಯುವುದು. ಇದೇ ತತ್ವವು ಪೆರಿಸ್ಕೋಪ್ ಮತ್ತು ಓಪೆರಾಗ್ಲಾಸುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಉಪಯೋಗ ಪಡೆದಿರುತ್ತದೆ.



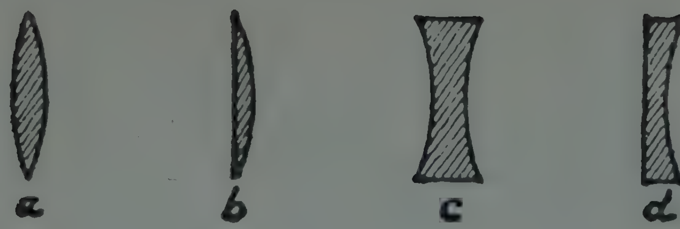
ಚಿತ್ರ 68: ಪರಿದರ್ಶಕ

ಅಶ್ರಗಗಳು, ಪ್ರಿಸ್ಮ್‌ಗಳು (Prisms) ಚಿತ್ರ 69 ನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿರಿ. ಎರಡು ಅಶ್ರಗಗಳ ಸೀಳುಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ಹಾದುಹೋಗುವಾಗ ಒಳಗಡೆ ಎರಡು ಮೈಗಳಲ್ಲಿ ಮೊದಲು ಗಾಳಿಯಿಂದ ಅಶ್ರಗಗಳೊಳಗೆ, ಮತ್ತೆ ಅಶ್ರಗದಿಂದ ಹೊರಗೆ ಗಾಳಿಗೆ, ಹೀಗೆ ಎರಡು ಬಾರಿ ಬೆಳಕಿನ ಕಂಬಿ ಕಿರಣಭಂಗ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಎರಡು ಮೈಗಳಲ್ಲಿ ಕಿರಣಭಂಗ ಹೊಂದಿ ಹೊರಗೆ ಸರಿದಾಗ, ಇದರ ದಿಕ್ಕು ಬಹಳ ಪಲ್ಲಟವಾಗಿರುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ, ಕಿರಣಭಂಗಗೊಂಡ ಕಿರಣ ಪ್ರಿಸ್ಮ್‌ನ ದಪ್ಪನಾದ ಭಾಗಕ್ಕೆ, ಅಂದರೆ ಮೂರನೆ ಮೈಯತ್ತ, ಬಾಗುತ್ತದೆ. ಎರಡೂ ಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಇಂಥದೇ ಬಾಗುವಿಕೆಯನ್ನು ನಾವು ಕಾಣುತ್ತೇವೆ.



ಚಿತ್ರ 69: ಅಶ್ರಗಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣದ ಚಲನೆ

ಯುವಗಳು (Lenses) ಎರಡೂ ಮೈಗಳು ಇಲ್ಲವೆ ಅಂಚುಗಳು ಗೋಲಗಳ ಖಂಡಗಳಾಗಿಯುಳ್ಳ ಗಾಜಿನ ಹರಳೊಂದನ್ನು ಯುವ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಚಿತ್ರ 70ರಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ಆಕಾರದ ಯುವಗಳನ್ನು ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ (a)ಯು ಮಧ್ಯೆ ಉಬ್ಬಿದ್ದು ಸುತ್ತಲಿನ ಅಂಚು ತಗ್ಗಿರುವ ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ ಎರಡು ಮೈಗಳೂ ಗೋಲೀಯ ಖಂಡಗಳೇ ಆಗಿರುವ ಉಭಯೋನ್ನತ (biconvex) ಯುವ. (b) ಯು ಮಧ್ಯಭಾಗದಲ್ಲಿ ಉಬ್ಬಿದ್ದು ಸುತ್ತಲೂ ಚಪ್ಪಟೆಯಾಗಿದೆ, ಆದರೆ ಇದರ ಒಂದು ಮುಖವು ಸಮತಟ್ಟಾಗಿದೆ. ಇದು ಕೂಡ ಉನ್ನತ ಯುವವೇ. ಒಂದು ಮೈಯು ಸಮತಲವಾದ ನಿಮಿತ್ತ ಇದನ್ನು ಸಮತಲ ಉನ್ನತ ಯುವ (Planoconvex) ವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. c, d ಗಳು ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಚಪ್ಪಟೆಯಾಗಿ ಸುತ್ತಲಿನ ಅಂಚುಗಳಲ್ಲಿ ಉಬ್ಬಿರುವ ಯುವಗಳು c ಯ ಎರಡೂ ಮೈಗಳೂ

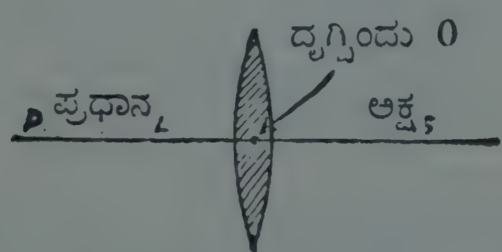


ಚಿತ್ರ 70: ವಿವಿಧ ಯವಗಳು

ಗೋಲೀಯವಾಗಿದ್ದು, d ಯಲ್ಲಿ ಸಮತಟ್ಟಾಗಿಯೂ ಇನ್ನೊಂದು ಗೋಲೀಯವೂ ಆಗಿದೆ. ಇವನ್ನು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಉಭಯಾವನತ (Biconcave) ಮತ್ತು ಸಮ-ಅವನತ (Planoconcave) ಯವಗಳೆನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಉಭಯೋನ್ನತ ಯವವೇ ಹೆಚ್ಚು ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರುವ ಯವ; ಅನಂತರ ಉಭಯಾವನತ ಯವವೇ ಪ್ರಧಾನವಾದುದು. ಇವೆರಡು ಬಗೆಯ ಯವಗಳಲ್ಲೂ ಹೊರಮೈಗಳು ಗೋಲೀಯ ಖಂಡಗಳೇ ಆಗಿವೆ, ಮೊದಲನೆಯದರಲ್ಲಿ ಇವು ಹೊರ ಮೈಗಳೇ; ಎರಡನೆಯದರಲ್ಲಿ ಒಳಮೈಗಳೇ ಆಗಿವೆ.

ಪ್ರತಿ ಯವದಲ್ಲೂ ಅದರ ಮಧ್ಯಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಯವಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಎಳೆದ ರೇಖೆಯೇ ಅದರ ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷ (Principal Axis)ವೆನಿಸುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ, ಇದರ ಮೇಲೆ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಬಿಂದುವೊಂದಿದೆ. ಇದನ್ನು ಯವದ ದೃಗ್ಬಿಂದು (Optic centre) ಎನ್ನಬಹುದು. ಇದು ಹೇಗೆ ವಿಶಿಷ್ಟವಾಗಿದೆ? ಇದನ್ನು ಹಾದುಹೋಗುವ ಯಾವ ಕಿರಣವೂ ಯವದಲ್ಲಿ ತಾನು ಅನುಭವಿಸುವ ಕಿರಣಭಂಗದ ಕಾರಣದಿಂದ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟವನ್ನೋ (Deviation) ಅಲ್ಲದೆ, ತೆಳ್ಳನಾದ ಯವಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾನಪಲ್ಲಟವನ್ನೂ (Displacement) ಪಡೆಯುವುದಿಲ್ಲ. ಇನ್ಯಾವ ಬಿಂದುವನ್ನೂ ಹಾದುಹೋಗುವ ಕಿರಣಗಳೆಲ್ಲವೂ ತುಸುವಾದರೂ ದಿಕ್ಪಲ್ಲಟವನ್ನೂ, ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ ಸ್ಪಷ್ಟವಾದ ಸ್ಥಾನಪಲ್ಲಟವನ್ನು ತೋರುವುವು. ಇಂಥ ಯವಗಳಲ್ಲೂ ಕಿರಣಭಂಗದ ಕಾರಣದಿಂದ ಕಿರಣಗಳು ಅವವುಗಳ ದಪ್ಪನಾದ



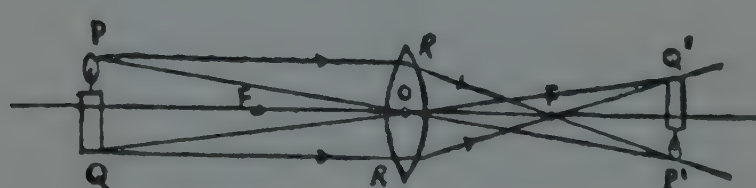
ಚಿತ್ರ 71: ಯವದ ಅಕ್ಷ ಮತ್ತು ದೃಗ್ಬಿಂದುಗಳು

ಭಾಗದತ್ತ ಚಲಿಸುವುವು; ಈ ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ನೋಡುವುದಾದರೆ, ಇವುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಮತ್ತು ಪ್ರಿಸ್ಮ್‌ಗಳಲ್ಲೂ ಕಿರಣಭಂಗದ ಫಲವು ತಾಂತ್ರಿಕವಾಗಿ ಒಂದೇಎಂದಂತಾಯಿತು. ಚಿತ್ರ 71 ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಧಾನ ಅಕ್ಷ ಮತ್ತು ದೃಗ್ಬಿಂದುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲಾಗಿದೆ.

ನಿಮ್ನೋದರ ವರ್ತುಲ ದರ್ಪಣದಲ್ಲಿ ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮಾನಾಂತರವಾದ ಪುಂಜದ ಕಿರಣಗಳೆಲ್ಲ ಸಂಗಮಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಕಲೆಯುತ್ತವೆ ಎಂದೆವಷ್ಟೆ. ಹಾಗೆ ಇಲ್ಲಿಯೂ ಉನ್ನತೋದರ ಯವದಲ್ಲಿ ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮಾನಾಂತರವಾದ ಕಿರಣಗಳೆಲ್ಲವೂ ಒಂದೇ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಕೂಡುತ್ತವೆ. ಇದನ್ನು

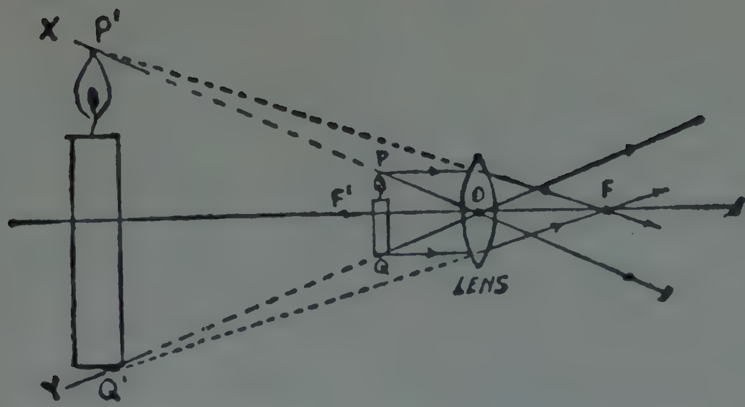
ಯವದ ಪ್ರಧಾನ ಸಂಗಮಬಿಂದು ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಯವವು ಪಾರದರ್ಶಕವಾಗಿರುವ ನಿಮಿತ್ತ, ಯವದ ಇಕ್ಕಡೆಗಳಲ್ಲೂ ಇಂಥ ಸಂಗಮಬಿಂದುಗಳಿರಬಲ್ಲುವು. ಇನ್ನು ಯವದ ದೃಗ್ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಅಕ್ಷದ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಈ ಪ್ರಧಾನ ಸಂಗಮಬಿಂದುವಿಗೆ ಇರುವ ದೂರವನ್ನಳೆದು ಇದನ್ನು ಯವದ ಸಂಗಮ ದೂರ (Focal length)ವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಇನ್ನೂ ಒಂದು ವಿಚಾರ: ನಿಮ್ನೋದರ ವರ್ತುಲ ದರ್ಪಣದಂತೆಯೇ ಉಭಯೋನ್ನತ ಯವವೂ ಸತ್ಯ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳನ್ನೂ, ಮಿಥ್ಯಾಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳನ್ನೂ ಒದಗಿಸಬಲ್ಲುದು. ವಸ್ತುವು ಸಂಗಮದೂರಕ್ಕಿಂತ ಹತ್ತಿರವಾಗಿದ್ದರೆ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ಮಿಥ್ಯವಾದುದು ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಸಾಕಷ್ಟು ವರ್ಧನೆಯನ್ನೂ ಪಡೆದಿರುತ್ತದೆ. ವಸ್ತುವು ದೂರವಿದ್ದರೆ ಆಗ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ಸತ್ಯವಾಗಿರಬಲ್ಲುದು. ಇದನ್ನು ಪರದೆಯ ಮೇಲೆಯೂ ಪಡೆಯಬಲ್ಲೆವು; ಇದು ವಸ್ತುವಿಗಿಂತ ವರ್ಧಿತ ವಾಗಿಯೂ ಇರಬಲ್ಲುದು. ಹ್ರಸ್ವವೂ ಆಗಿರಬಲ್ಲುದು. ಹೀಗೆಯೇ ಉಭಯಾವನತ ಯವವು ಉನ್ನ ತೋದರ ವರ್ತುಲದರ್ಪಣದಂತೆಯೇ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಇದು ಹ್ರಸ್ವಕಾರಕ ಯವವಾಗಿರುತ್ತದೆ; ಪ್ರತಿ ಬಿಂಬಗಳು ಹ್ರಸ್ವವೂ ಮತ್ತು ಅವಾಸ್ತವವೂ ಆಗಿರುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ದರ್ಪಣಗಳು ಬೆಳಕನ್ನು ಪ್ರತಿಫಲನ ಗೊಳಿಸುವುವು. ಯವಗಳು ಬೆಳಕನ್ನು ತಮ್ಮ ಮೂಲಕ ದಾಟಿಸುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಯವಗಳು ದರ್ಪಣಗಳ ಶುದ್ಧ ವಿರುದ್ಧ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತವೆ. ಇಲ್ಲವೆ, ಪ್ರತಿಫಲನ ಮತ್ತು ಪ್ರೇಷಣ (ಪಾರಗಮನ, Transmission)ಗಳು ಬೆಳಕಿನ ಪರಸ್ಪರ ವಿರುದ್ಧ ಲಕ್ಷಣಗಳಾಗಿರುತ್ತವೆ.

ಬಿಂಬಗಳ ರಚನೆ ಚಿತ್ರ 72ರಲ್ಲಿ PQವು ಒಂದು ಬೆಳಗುವ ವಸ್ತು (Bright object) ಇದನ್ನು ಉಭಯೋನ್ನತ ಯವದ ಪ್ರಧಾನ ಸಂಗಮಬಿಂದು (F)ಗಿಂತಲೂ ಹಿಂದೆ–ಹೆಚ್ಚು ದೂರ ದಲ್ಲಿಡಲಾಗಿದೆ. Pಯಿಂದ ದೃಗ್ಬಿಂದುವನ್ನು ಹಾದು ಹೋಗುವ ಕಿರಣವೋ ತಾನು ಎಳ್ಳಷ್ಟೂ ಪಥಭ್ರಂಶ, ದಿಗ್ಭ್ರಂಶಗಳನ್ನೂ ಪಡೆಯದೇನೇ ಮುಂಬರಿಯುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ PO ವನ್ನು ನಾವು ಅಂತೆಯೇ ಮುಂಬರಿಯುವ ಕಿರಣವನ್ನಾಗಿ ಪ್ರತಿಗ್ರಹಿಸಬಹುದು. ಇನ್ನು P ಯಿಂದ ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮಾನಾಂತರ ವಾದ ಕಿರಣವು ಕಿರಣಭಂಗಾನಂತರದಲ್ಲಿ ಆಚೆ ಮಗ್ಗುಲಿನ F ನ್ನು ದಾಟಿ ಹೋಗಲೇಬೇಕು, ಹೀಗೆಯೇ Qವಿನಿಂದ ಹೊರಟ ಕಿರಣವು O ನ್ನು ದಾಟಿ ಹಾಗೆಯೇ ಮುಂಬರಿಯುತ್ತದೆ; ಸಮಾನಾಂತರ ಕಿರಣವು ಆಚೆಗಿನ F ನ್ನು ಹಾದು ಮುಂದರಿಯುತ್ತದೆ, ಇದೆಲ್ಲದರ ಫಲವಾಗಿ P'Q' ಎಂಬುದು PQ ನ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವಾಗಿದೆ, ಇದು ಸತ್ಯಪ್ರತಿಬಿಂಬ, ತಲೆಕೆಳಗಾಗಿದ್ದು, ಹ್ರಸ್ವವೂ ಆಗಿದೆ, ಆದರೆ ಇಂಥ ಸತ್ಯ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ದೀರ್ಘತರವೂ ಇರುವ ಸಂಭವವಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 72: ಯವದಲ್ಲಿ ಸತ್ಯಬಿಂಬೋತ್ಪತ್ತಿ

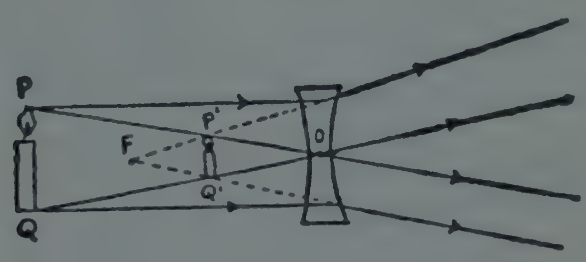
ವಸ್ತುವನ್ನು ಯವದಿಂದ ಸಂಗಮದೂರಕ್ಕಿಂತಲೂ ಕಡಿಮೆ ದೂರದಲ್ಲಿಟ್ಟಾಗಲೋ ಚಿತ್ರ 73 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ, ಹಿಂದೆ ಹೇಳಿದಂಥ ಕಿರಣಗಳನ್ನು, ಎಳೆದಾಗ ನಮಗೆ ಕಿರಣಭಂಗಾನಂತರದಲ್ಲಿ ಇವು ಅಪಸಾರ ಹೊಂದುವ (Divergent) ಕಿರಣಗಳಾಗಿ ಕಂಡುಬರುತ್ತ, ಎಲ್ಲವೂ ವಸ್ತುವಿನ ಪಕ್ಕದಿಂದಲೇ ಬಂದ ಕಿರಣಗಳಂತೆ ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ; ಅಂದರೆ ಸತ್ಯ ಪ್ರತಿಬಿಂಬದ ಬದಲೂ ಕೇವಲ ಅವಾಸ್ತವವಾದ ಮಿಥ್ಯಾ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಇದು ಊರ್ಧ್ವಶೀರ್ಷಕ, (Erect) ಹಾಗೆಯೇ



ಚಿತ್ರ 73: ಯವದಲ್ಲಿ ಮಿಥ್ಯಾಪ್ರತಿಬಿಂಬೋತ್ಪತ್ತಿ

ವರ್ಧಿತವೂ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಇಂಥದೇ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ನಾವು ಓದುವ ಯವಗಳಲ್ಲಿ (Reading lens) –ವರ್ಧಕ ಯವಗಳಲ್ಲಿ–ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತೇವೆ. ನಿತ್ಯದ ಮಾತಿನಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ದೊಡ್ಡದು ಮಾಡಿ ತೋರಿಸುವ ಭೂತಕನ್ನಡಿ (Magnifying glass) ಎಂದರೂ ಇದೇ. ಇನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ ಮತ್ತು ದೂರದರ್ಶಕಗಳಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಉಪಯೋಗವಾಗುವ ಯವಗಳಾದರೋ ಇಂಥವೇ ಆಗಿರುತ್ತವೆ. ಅನೇಕ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಯವದ ಬದಲು ಅನೇಕ ಯವಗಳನ್ನು ಜೋಡಿಸಿಯೂ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಉಭಯಾವನತ ಹಾಗೂ ಹ್ರಸ್ವಕಾರಕ ಯವಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಕಿರಣಭಂಗದ ಕ್ರಮವನ್ನು ಚಿತ್ರ 74 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ. ವಸ್ತುವು ಸಂಗಮಬಿಂದುವಿಗಿಂತಲೂ ಹಿಂದಕ್ಕಿದೆ. ಇಲ್ಲಿಯೂ ದೃಗ್ಬಿಂದು



ಚಿತ್ರ 74: ಹ್ರಸ್ವಕಾರಕ ಯವದಲ್ಲಿ ಮಿಥ್ಯಾಪ್ರತಿಬಿಂಬೋತ್ಪತ್ತಿ.

ವನ್ನು ಹಾದುಹೋಗುವ ಕಿರಣಗಳು ದಿಗ್ಭ್ರಂಶ ಇಲ್ಲವೆ ಸ್ಥಾನಭ್ರಂಶಗಳನ್ನು ಪಡೆಯದೇನೆ ಮುಂದರಿದರೆ, ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮಾನಾಂತರ ಕಿರಣಗಳು ದಪ್ಪನಾದ ಅಂಚುಗಳತ್ತ ಬಾಗುತ್ತ ಕಿರಣಭಂಗಾನಂತರದಲ್ಲಿ ಮುಂದೆಲ್ಲೂ ಸಂಧಿಸವು; ಕಾರಣ, ಇವು ಅಪಸೃತ (Diverge) ವಾಗುತ್ತ ಎಲ್ಲೋ ಯವದ ಹಿಂದೆಯೇ ಇರುವ ವಸ್ತುವೊಂದರಿಂದ ನಿಃಸೃತವಾಗುತ್ತಿರುವಂತೆ ಕಾಣುತ್ತವೆ. ಅಥವಾ, ವಸ್ತುವಿನ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ಅವಾಸ್ತವವೂ ಹ್ರಸ್ವವೂ, ಆದರೆ ಊರ್ಧ್ವಶೀರ್ಷಕವೂ (Erect) ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಯವಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ಈ ಕೆಳಗಿನ ವಿವರಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಬಹುದು:

1. ಎಲ್ಲ ಯವಗಳಲ್ಲೂ ದೃಗ್ಬಿಂದುವನ್ನು ಹಾದುಹೋಗುವ ಕಿರಣಗಳು ಸ್ಥಾನಭ್ರಂಶವನ್ನಾಗಲೀ, ದಿಗ್ಭ್ರಂಶವನ್ನಾಗಲೀ ಪಡೆಯುವುದಿಲ್ಲ.

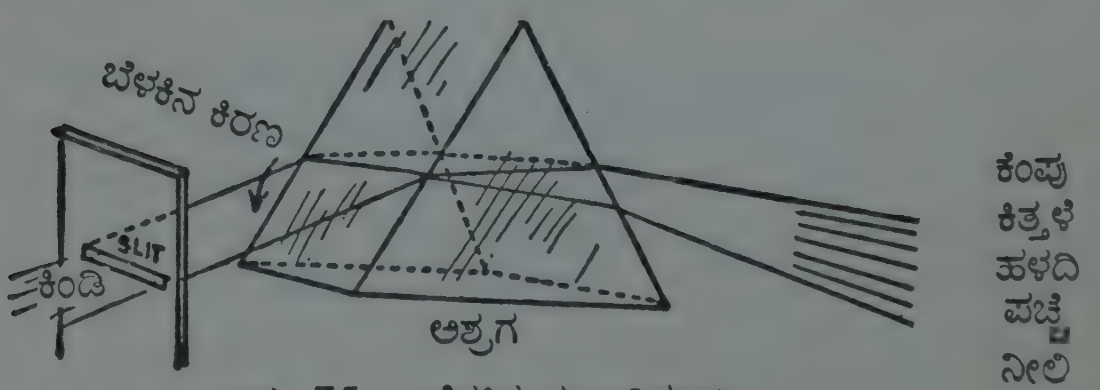
2. ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮಾನಾಂತರವಾದ ಕಿರಣಗಳೆಲ್ಲವೂ ಕಿರಣಭಂಗಾನಂತರದಲ್ಲಿ ಒಂದಲ್ಲ ಒಂದು ಸಂಗಮ ಬಿಂದುವಿನಿಂದಲೋ, ಇಲ್ಲವೆ, ನಿಃಸೃತವಾದ ನಂತರ ಅಂಥ ಬಿಂದುಗಳನ್ನೇ ಹಾದು ಮುಂಬರಿಯುತ್ತವೆ.

3. ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷದಲ್ಲಿನ ದೃಗ್ಬಿಂದುವನ್ನು ಹಾದು ಮುಂಬರಿಯುವ ಕಿರಣಗಳೂ ಹಾಗೆಯೇ ಪ್ರಧಾನ ಸಂಗಮಬಿಂದುವನ್ನು ಹಾದು ಮುಂಬರಿಯುವ ಕಿರಣಗಳೂ ಸತ್ಯಪ್ರತಿಬಿಂಬವನ್ನೇ ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ. ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ಅಧಃಶೀರ್ಷಕವಾದಾಗ (ತಲೆಕೆಳಗಾದಾಗ) ಅದು ವಾಸ್ತವ ಪ್ರತಿಬಿಂಬ; ಅಂದರೆ, ಇದನ್ನು ನಾವು ಪರದೆಯ ಮೇಲೆ ಪಡೆದು. ದೃಷ್ಟಿಸಲು ಬರುತ್ತದೆ. ಬಿಂಬವು ನೆಟ್ಟಗಿದ್ದಾಗ ಅದು ಯಾವಾಗಲೂ ಅವಾಸ್ತವವಿರುತ್ತದೆ; ಪರದೆಯ ಮೇಲೆ ಇದನ್ನು ಪಡೆಯಲಾರೆವು.

ಹೀಗೆ ವಸ್ತುಗಳನ್ನೂ, ಪ್ರಿಂಟಿನ ಅಕ್ಷರಗಳನ್ನೋ, ಇಲ್ಲವೆ ಸ್ಕೇಲುಗಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಅಂಕಣಗಳನ್ನೋ ವರ್ಧಿಸಲು ಉಭಯೋನ್ನತ ಯವವು ಸಹಕಾರಿ. ಇಂಥದೇ ಯವವು ಇಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಇನ್ನೂ ಅನೇಕ ಉಪಕರಣಗಳಲ್ಲಿ ಸತ್ಯಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳನ್ನೊದಗಿಸುತ್ತದೆ. ಕೆಮರಾ, ದೂರದರ್ಶಕಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಇದು ಸತ್ಯ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳನ್ನೊದಗಿಸುತ್ತದೆ. ಆದರೆ, ಇದನ್ನುಪಯೋಗಿಸುವಾಗ ಗೋಲೀಯ ವಿಪಥನ (Spherical abevation) ಗಳನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಲು ಇತರ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳೂ ಅತ್ಯಗತ್ಯವಿರುತ್ತದೆ. ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣುಗಳಲೂ ಇಂಥ ಯವಗಳೇ ಇರುತ್ತವೆ ಎಂಬುದೂ ಇಲ್ಲಿ ಗಮನೀಯವಾದ ಅಂಶ.

ಬಣ್ಣಗಳು-ವರ್ಣ ಪಂಕ್ತಿ ಬೆಳಕು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಸೆಕುಂಡು 1ರ 1,86,000 ಮೈಲು ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆಂಬುದನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿದೆವಷ್ಟೆ. ನಿರ್ವಾತ ಶೂನ್ಯಪ್ರದೇಶ ಮತ್ತು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವು ಇಷ್ಟೇ ಇರಬಹುದೇ ವಿನಾ, ನೀರು ಇಲ್ಲವೆ ಗಾಜಿನಲ್ಲಿ ಅದು ಕಮ್ಮಿಯಾಗುತ್ತದೆಂಬುದನ್ನೂ ಆರಂಭದ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟವು. ಬೆಳಕು ಪ್ರಿಸ್ಮ್ ಒಂದನ್ನು ಹಾದು ಹೋಗುವಾಗ ತನ್ನ ಋಜು ಪಥದಿಂದಲೇನೋ ಬಾಗುತ್ತದೆ; ಬಾಗುತ್ತ, ಬೆಳಕಿನ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳ ವೇಗವು ಹೆಚ್ಚುಕಡಿಮೆ ಇರುವ ಕಾರಣ, ಪುನಃ ಹೊರಗೆ ಬರುವಾಗ ಆ ಬೆಳಕಿನ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳು ವಿಕ್ಷೇಪಣ (Dispersion) ಹೊಂದುತ್ತವೆ; ಅಂದರೆ, ಬೆಳಕು ತನ್ನಲ್ಲಿ ಮಳೆಬಿಲ್ಲಿನಲ್ಲಿ ಕಾಣುವ ಏಳು ಬಣ್ಣಗಳನ್ನೂ ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಿ ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ. ವಿವಿಧ ಬಣ್ಣಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಂಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳು ಅತಿ ಕಮ್ಮಿ ಬಾಗುತ್ತಲೂ, ನೇರಳೆ ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕು ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ಬಾಗುತ್ತಲೂ, ಬೆಳಕು ವಿಕ್ಷೇಪಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಕೆಂಬಣ್ಣದ ಅಲೆಗಳು ಕಣ್ಣುಗಳಿಗೆ ಗೋಚರಿಸುವ ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಅತಿ ಉದ್ದದವುಗಳು; ನೇರಳೆಬಣ್ಣದವು ಅತಿ ಚಿಕ್ಕವು. ಇವನ್ನು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಅತಿ ಕಮ್ಮಿ ಮತ್ತು ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯವು ಎನ್ನಬಹುದು.

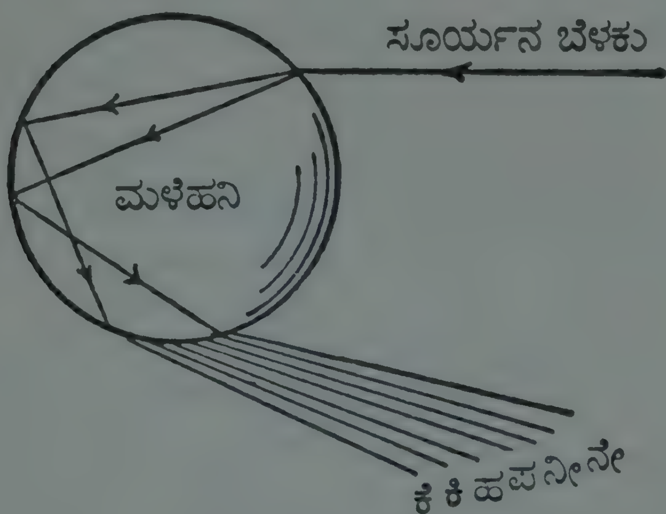
ಇಂಥ ವರ್ಣಪಂಕ್ತಿಯು ಗೋಚರಿಸಲು ಕಾರಣವೇನು? ಚಿತ್ರ 75 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ, ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಅದಕ್ಕಿಂತ ಶೂನ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತಲಿದ್ದ ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳು ಇತರ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಪ್ರವೇಶ ಪಡೆದೊಡನೆ, ತಂತಮ್ಮ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಗನುಗುಣವಾಗಿ ಪ್ರತ್ಯೇಕತೆಯನ್ನು ಪಡೆಯುವುವು. ಆದರೆ,



ಚಿತ್ರ 75: ಬೆಳಕಿನ ವರ್ಣವಿಕ್ಷೇಪಣ

ಹೆಚ್ಚು, ಕಮ್ಮಿ ಎಂಬಂತೆ, ಬಾಗುವುವು. ಇಂಥ ಬಣ್ಣಗಳ ಪ್ರತ್ಯೇಕೀಕರಣವನ್ನು ವರ್ಣವಿಕ್ಷೇಪಣ (Dispersion of colours) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಮಳೆಬಿಲ್ಲು ಹೀಗೆ ಪ್ರಿಸ್ಮ್‌ನಿಂದ ಹೊರಬರುವಾಗ ವಿವಿಧ ಬಣ್ಣಗಳು ವಿವಿಧ ಪಥಗಳಲ್ಲಿ ಮುಂಬರಿಯುವುದನ್ನು ಚಿತ್ರ 75 ರಲ್ಲಿ ನೋಡಿದಿರಷ್ಟೆ. ಇತರ ಆಕಾರದ ಮಾಧ್ಯಮಗಳೂ ಹೀಗೆ ಬೆಳಕಿನ ವರ್ಣವಿಕ್ಷೇಪಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತವೆ. ಮಳೆಬಿಂದುವೊಂದನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿರಿ. ಇದನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿದ ಬೆಳಕು ಹೀಗೆ ವರ್ಣವಿಕ್ಷೇಪಣ ಹೊಂದುತ್ತದೆ; ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಬಿಂದುವಿನೊಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ಬಣ್ಣಗಳ ಕಿರಣಗಳು ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ ಹೊಂದುತ್ತ, ಪುನಃ ಅದರಿಂದ ಹೊರಗೆ ಸರಿಯುತ್ತವೆ. ಚಿತ್ರ 76 ರಲ್ಲಿ ಈ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಚಿತ್ರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಸೂರ್ಯ ಮತ್ತು ಕಣ್ಣುಗಳನ್ನು



ಚಿತ್ರ 76: ಕಾಮನಬಿಲ್ಲು.

ಜೋಡಿಸುವ ರೇಖೆಯಿಂದ ಒಂದು ವಿಶಿಷ್ಟ ಉನ್ನತಿಯಲ್ಲಿರುವ (Elevation) ಮಳೆಬಿಂದುಗಳು ಕೆಂಬಣ್ಣವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಹೊರಚೆಲ್ಲುತ್ತವೆ. ಇದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಕೋಣವನ್ನುಂಟುಮಾಡುವ ಕಿರಣಗಳೇ ಕಿತ್ತಳೆ ಬಣ್ಣದ ಕಿರಣಗಳು, ಅನಂತರ ಹಳದಿ, ಇತ್ಯಾದಿ. ಅಂತೂ ಇಲ್ಲಿಯೂ ಕಿರಣಭಂಗ, ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನಗಳೊದಗುತ್ತ, ಮಳೆಬಿಂದುಗಳಿಂದ ಹೊರಗೆ ಬರುವ ಕಿರಣಗಳು ವರ್ಣವಿಕ್ಷೇಪ ಹೊಂದುತ್ತ, ಸಪ್ತವರ್ಣಗಳ ಪಂಕ್ತಿಗೆ–ಮಾಲೆಗೆ–ಕಾರಣವಾಗುತ್ತವೆ.

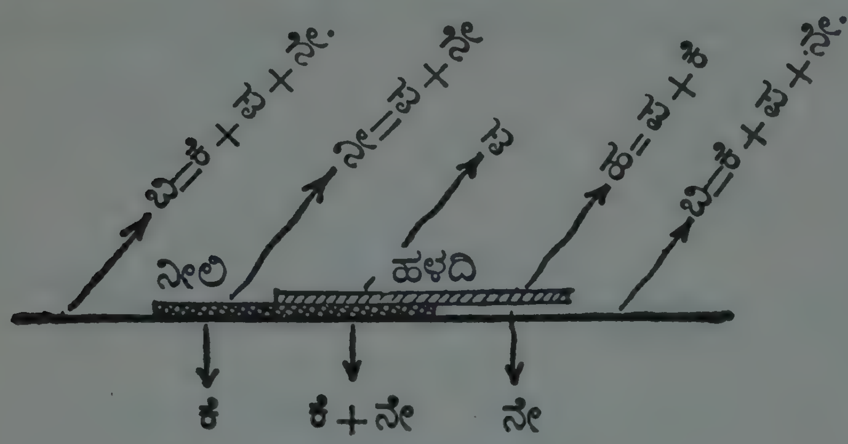
ಬಣ್ಣಗಳು ಮತ್ತು ತರಂಗಮಾನ ಸ್ವರಗಳ ಪಂಕ್ತಿಯೊಡನೆ ವರ್ಣಪಂಕ್ತಿಯನ್ನೂ ನಾವು ಹೋಲಿಸಬಹುದು. ಕೆಂಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕು 'ಸ'ಸ್ವರವೆನಿಸಿದರೆ, ಕಿತ್ತಳೆ ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕು 'ರಿ', ಹಳದಿಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕು 'ಗ' ಇತ್ಯಾದಿ ಬಣ್ಣಗಳು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಸ್ವರಗಳಂಥ ಮಾಲೆಯನ್ನೇ ರಚಿಸುತ್ತವೆ. ಆದರೆ, ಇಂಥ ಅಲೆಗಳೋ ಅತ್ಯಂತ ಚಿಕ್ಕವು, ಇಲ್ಲವೆ ಇವುಗಳ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯೂ ಅಪರಿಮಿತವಿರುತ್ತದೆ. ಕೆಂಪುಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಮಾನವು ಸುಮಾರು $\frac{63}{1,000,000}$ ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್ ಇರುತ್ತದೆ. ಮತ್ತು ನೇರಳೆ ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಮಾನವಾದರೋ ಸುಮಾರು $\frac{42}{1,000,000}$ ಸೆ.ಮೀ. ಇರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ, ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರಿಸುವ ಬೆಳಕು ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ತುಂಬಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಚಿಕ್ಕ ಅಂಶವೆನಿಸುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತತರಂಗಗಳಾದರೋ ಹಲವು ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ಉದ್ದದ ರೇಡಿಯೋ ಅಲೆಗಳಿಂದಾರಂಭಿಸಿ 10^{-9} ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್ ಉದ್ದದ ವಿಶ್ವಕಿರಣಗಳ ತನಕವೂ ಹರಡಿರುತ್ತವೆ. ಇಂಥವುಗಳಲ್ಲಿ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರಿಸುವ ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳು ಅವಶ್ಯವಾಗಿಯೂ ಅತ್ಯಂತ ಚಿಕ್ಕ ಅಂಶವೆಂದರೆ ಉತ್ಪ್ರೇಕ್ಷೆ ಏನೇನೂ ಇಲ್ಲ. ಒಂದು ತುದಿಯಲ್ಲಿ ಇದು ಅದೃಶ್ಯವಾದ ಉಷ್ಣದ ಅಲೆಗಳಿಂದಲೂ ಮತ್ತೊಂದು ತುದಿಯಲ್ಲಿ ಇವು ಪುನಃ ಅದೃಶ್ಯವಾದ ಅತಿನೇರಳೆ ಅಲೆಗಳ ತನಕವೂ ಚಾಚಿರುತ್ತವೆ.

ಇಂಥ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರವಾದ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಗಳ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯಾದರೋ ಪ್ರತಿ ಸೆಕುಂಡಿಗೆ 1,000,000,000,000,000 ಗಳಷ್ಟು. ಕೆಂಪು ಬಣ್ಣದ ತರಂಗಗಳ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯಾದರೋ ತುಸು ಕಡಿಮೆ, ನೇರಳೆಬಣ್ಣದ ತರಂಗಗಳ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯು ಇದರ ಸುಮಾರು ಎರಡರಷ್ಟು. ನೇರಳೆಗಿಂತಲೂ ಚಿಕ್ಕದಾದ ತರಂಗಗಳೇ ಅತಿನೇರಳೆ (Ultraviolet)ತರಂಗಗಳು. ಇವುಗಳು ಕಣ್ಣಿಗೇನೂ ಗೋಚರಿಸುವುದಿಲ್ಲ; ಆದರೆ, ಫೊಟೊಗ್ರಾಫಿಕ್ ಪ್ಲೇಟುಗಳ, ಮೇಲೆ, ಇತರ ಹಲವಾರು ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳ ಮೇಲೆ, ತಮ್ಮ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಬೀರುವುವು. ಇವುಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಚಿಕ್ಕ ತರಂಗಗಳೇ ಎಕ್ಸ್ ಕಿರಣಗಳು (X–ray) ಇವು ಮತ್ತು ಇವುಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಚಿಕ್ಕದಾದ, ಹೆಚ್ಚು ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ ತರಂಗಗಳೇ ಗಾಮಾಕಿರಣಗಳು (Gamma Rays). ಇವುಗಳ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯಾದರೋ ಪ್ರತಿ ಸೆಕುಂಡಿಗೂ 1,000,000,000,000,000,000,000. ಅಂತೂ, ಇಂಥ ಅಪಾರ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಗಳ ನಡುವೆ ದೃಶ್ಯ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಗಳಾದರೋ ಕೇವಲ ಅತ್ಯಲ್ಪ ಭಾಗವನ್ನೇ ಆವರಿಸಿವೆ. ಒಂದು ಪಿಯಾನೋವಿನಿಂದ 100 ಅಷ್ಟಕಗಳನ್ನು ನೀವು ಪಡೆಯಬಹುದೆಂದು ಊಹಿಸಿರಿ. ಇದರಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಒಂದು ಅಷ್ಟಕದ ಸ್ಥಾನವಷ್ಟೇ ನಮ್ಮ ದೃಶ್ಯ ಬೆಳಕಿನದು, ಎಂಬ ಹೋಲಿಕೆಯು ನಿಜಸ್ಥಿತಿಗನುಗುಣವಾಗಿದೆ.

ಬಣ್ಣಗಳ ಸಿದ್ಧಾಂತ (Colour theory) ಬೆಳಕಿನ ವರ್ಣಪಂಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದ ಮೂರು ಸಂವೇದನೆಗಳಿವೆ. ಇವೇ ಕೆಂಪು, ಪಚ್ಚೆ ಮತ್ತು ನೇರಳೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದವು. ಪಚ್ಚೆ ಮತ್ತು ನೇರಳೆ ಬಣ್ಣಗಳು ಅತಿವ್ಯಾಪಿಸಿದಲ್ಲಿ (Overlap) ನೀಲವೂ, ಕೆಂಪು, ಪಚ್ಚೆಗಳು ಅತಿ ವ್ಯಾಪಿಸಿದಲ್ಲಿ ಹಳದಿಯೂ ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ. ಅಂತೆಯೇ, ನಾವು ಈ ಬಣ್ಣಗಳ ಬೆರಕೆಯಿಂದ – ಪಚ್ಚೆ ಮತ್ತು ಇದರ ಮೇಲೆ ಕೆಂಪನ್ನು ಬೆರೆಸಿ, ಹಳದಿಯನ್ನೂ, ಹಾಗೆಯೇ ನೇರಳೆ ಮತ್ತು ಪಚ್ಚೆಗಳನ್ನು ಬೆರೆಸಿ, ನೀಲವನ್ನೂ ಪಡೆಯಬಲ್ಲೆವು. ಬೆಳಕಿನ ರೋಹಿತದಲ್ಲಾದರೋ ನಾವು ನೇರಳೆ ಮತ್ತು ಕೆಂಪುಗಳ ಅತಿವ್ಯಾಪನೆಯನ್ನು ಕಾಣುವಂತಿಲ್ಲ. ನೇರಳೆ ಮತ್ತು ಕೆಂಪುಗಳನ್ನು ಕೃತಕವಾಗಿ ನಾವು ಮಿಶ್ರಿಸಿಕೊಂಡಲ್ಲಿ ಗುಲಾಬಿ (Pink). ಬಣ್ಣವು ಸಿಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಕೆಂಪು + ಪಚ್ಚೆ = ಹಳದಿ; ಕೆಂಪು + ನೇರಳೆ = ಪಿಂಕ್; ನೇರಳೆ + ಪಚ್ಚೆ = ನೀಲ. ಬಣ್ಣಗಳ ಸಿದ್ಧಾಂತದಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಇದೇ ಮುಖ್ಯ ತತ್ವವಾಗಿದೆ. ಕೆಂಪು, ಪಚ್ಚೆ, ನೇರಳೆಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ನಾವು ಮುಖ್ಯವೆಂದು ಬಗೆದರೆ, ಹಳದಿ, ಪಿಂಕ್ ಮತ್ತು ನೀಲಗಳು ಗೌಣ ಬಣ್ಣಗಳು. ಆದರೆ ಪೈಂಟ್ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಗಳಲ್ಲಿ ಹಳದಿ, ಪಿಂಕ್ ಮತ್ತುನೀಲಗಳನ್ನೇ ಪ್ರಧಾನವನ್ನಾಗಿ ಆರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ವರ್ಣಕ(Pigments) ಗಳಿದ್ದರೆ ಇವುಗಳಿಂದಲೂ ನಾವು ಮೊದಲು ಮೂಲವೆಂದು ಬಗೆದ ಬಣ್ಣಗಳನ್ನು ಪಡೆಯುವುದು ಸಾಧ್ಯ. ಅಂದರೆ, ಬಣ್ಣಗಳು ಒಂದು ಬಗೆಯವಾದರೆ, ವರ್ಣಕಗಳು ಕೂಡ ಇನ್ನೊಂದು ಬಗೆಯವು; ಆದರೆ, 'ಇವುಗಳು ಬೆಳಕಿನ ಶುದ್ಧ ವಿರುದ್ಧವಾದವುಗಳು'. ವಿಶಿಷ್ಟ ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕನ್ನು ಬಿಳೀ ಪರದೆಯ ಮೇಲೆ ಹಾಯಿಸಿದಾಗ, ಆ ಪರದೆಯಾದರೋ ಅದೇ ಬೆಳಕನ್ನು ಪ್ರತಿಫಲಿಸುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ವರ್ಣಕವೊಂದನ್ನು ಬಿಳೀ ಪರದೆಯ ಮೇಲೆ ಸವರಿದಾಗ, ಅದು ತೆಳ್ಳನಾದ ಪಟಲದಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ; ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಕೆಲವು ಬಣ್ಣಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಇದು ಪ್ರತಿಫಲಿಸುತ್ತದೆ. ಕೆಂಪು, ಪಚ್ಚೆ, ನೇರಳೆ ಬಣ್ಣಗಳನ್ನು ಸಂಯೋಜಿಸಿ, ನೀವು ಬಿಳೀ ಬಣ್ಣವನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು, ಹಾಗೆಯೇ ನೀಲ, ಹಳದಿ ಮತ್ತು ಗುಲಾಬಿ ವರ್ಣಕಗಳ ಸಮನ್ವಯದಿಂದಲೋ ಕಪ್ಪಾದ ಛಾಯೆಯನ್ನೂ ಪಡೆಯಬಹುದು. ಇದೇ ಕಾರಣದಿಂದ 'ಬಣ್ಣಗಳು ಮತ್ತು ವರ್ಣಕಗಳು' ಶುದ್ಧ ವಿರುದ್ಧ ಗುಣದವುಗಳು ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಬೆಳಕು ಮತ್ತು ವರ್ಣಕಗಳು ವರ್ಣವೆಂದರೇನು? ಬಣ್ಣದ ತೆಳ್ಳನಾದ ಪಟಲವೇ ವರ್ಣಕವೆನಿಸುತ್ತದೆ. ಹಳದಿ ವರ್ಣಕವನ್ನು ಪಡೆಯಬೇಕಾದರೆ ನೀವು ಹಳದಿ ಬಣ್ಣವನ್ನು ಬಿಳೀ ಕಾಗದದ ಮೇಲೆ ಸವರಿಬಿಡಿರಿ. ಆಗ ಬಿಳೀ ಕಾಗದವು ಎಲ್ಲಾ ಬಣ್ಣಗಳನ್ನೂ ನಿಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಪ್ರತಿಫಲಿಸಬಲ್ಲುದು.

ಆದರೆ, ಈ ಚಿಕ್ಕ ತೆಳ್ಳನಾದ, ಹಳದಿಬಣ್ಣದ ಪಟಲವಾದರೋ ತಾನು ಕೆಂಪು ಪಚ್ಚೆಗಳ ಬೆರಕೆಯಾದ ನಿಮಿತ್ತ, ನೇರಳೆಯನ್ನು ತನ್ನಲ್ಲಿ ಅಡಗಿಸಿಕೊಂಡು ಬಿಡುತ್ತದೆ; ಕೆಂಪು ಮತ್ತು ಪಚ್ಚೆಗಳನ್ನು ತನ್ನ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸುತ್ತದೆ. ಪುನಃ ಇದೇ ಪಟಲದ ಮೇಲೆ ನೀಲವನ್ನು ಸವರುವಿರಂತೆ. ಆಗಲೋ ನೀಲವು ನೇರಳೆ ಮತ್ತು ಪಚ್ಚೆಗಳ ಬೆರಕೆಯಾದ ನಿಮಿತ್ತ, ಕೆಂಪನ್ನು ಹೀರಿಬಿಡುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ, ಇವೆರಡನ್ನು ಹಾದು ಬರುವ ಬೆಳಕು, ಪಚ್ಚೆ ಮಾತ್ರ. ಚಿತ್ರ 77ರಲ್ಲಿ ಇದನ್ನು ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ, ವಿವರಿಸಲಾಗಿದೆ.



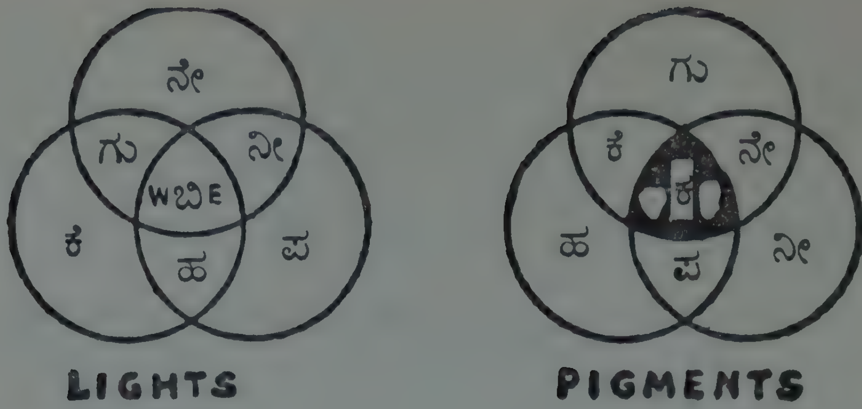
ಚಿತ್ರ 77: ವರ್ಣಗಳ ಬೆರಕೆ

ಹೀಗೆಯೇ ಗುಲಾಬಿ ಮತ್ತು ನೀಲಗಳು ಹೇಗೆ ನೇರಳೆಯನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನೂ ವಿವರಿಸಬಹುದು. ಗುಲಾಬಿ = ಕೆಂಪು + ನೇರಳೆ; ನೀಲ = ನೇರಳೆ + ಪಚ್ಚೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಪಚ್ಚೆ + ನೇರಳೆ + ಕೆಂಪು + ನೇರಳೆಗಳಿದ್ದು, ಮೊದಲ ಮೂರು ತಾವು ಬಿಳೀ ಬೆಳಕನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ; ಹಾಗಾದರೆ ಉಳಿದುದು ನೇರಳೆ ಬೆಳಕು ತಾನೆ?

ಪೈಂಟ್ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯ ಮೂಲ ವರ್ಣಕಗಳನ್ನು–ಹಳದಿ, ನೀಲ ಮತ್ತು ಪಿಂಕ್‌ಗಳನ್ನು ಬೆರೆಸೋಣ. ಒಂದರ ಮೇಲೆ ಒಂದನ್ನು ಇಟ್ಟಾಗ, ನೀಲವು ಕೆಂಪನ್ನು ಅಡಗಿಸುತ್ತದೆ. ಹಳದಿ ನೇರಳೆಯನ್ನೂ, ಮತ್ತು ಗುಲಾಬಿಯು ಪಚ್ಚೆಯನ್ನು ಅಡಗಿಸುವ ಕಾರಣ ಮೂಲ ಬಣ್ಣಗಳೆನಿಸಿದ ಕೆಂಪು, ಪಚ್ಚೆಯು ಮತ್ತು ನೇರಳೆಗಳೆಲ್ಲವೂ ಹೀರಲ್ಪಟ್ಟು ಬೆಳಕಿಲ್ಲದಿರುವಿಕೆ ಇಲ್ಲವೆ ಕಪ್ಪು, ಬಣ್ಣವುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ವರ್ಣಕಗಳೆರಡರ ಕಲಬೆರಕೆಯಿಂದ ಮೂರನೆಯ ಬಣ್ಣವೊಂದು ಉಂಟಾಗುವುದು ಸಾಧ್ಯವೇ. ಇದೇ ತತ್ವವನ್ನು ವರ್ಣಯುಕ್ತಮುದ್ರಣದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಬೆಳಕಿನ ಪೂರಕ ಬಣ್ಣಗಳು ಕೆಂಪು + ಪಚ್ಚೆ + ನೇರಳೆ = ಬಿಳೀ ಬಣ್ಣ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವ ಎರಡನ್ನು ಬೆರಸಿದರೂ ಇನ್ನೊಂದು ಬಣ್ಣವು ಲಭಿಸುತ್ತದೆ. ಹಾಗಾದರೆ, ಯಾವುದಾದರೂ ಎರಡೇ ಬಣ್ಣಗಳನ್ನು ಬೆರೆಸಿದಾಗ, ಬಿಳೀ ವರ್ಣವು ಲಭಿಸಿದರೆ, ಅಂಥ ಎರಡು ಬಣ್ಣಗಳನ್ನು ಪರಸ್ಪರ ಪೂರಕ (Complementary) ಬಣ್ಣಗಳೆನ್ನಬಹುದು. ಹಾಗಾದರೆ, ಕೆಂಪು, ನೀಲದ ಪೂರಕಬಣ್ಣ, ಕಾರಣ ನೀಲದಲ್ಲಿ ಪಚ್ಚೆ ಮತ್ತು ನೇರಳೆಗಳಿವೆ. ಹಳದಿಯು ನೇರಳೆಗೆ ಪೂರಕ ಬಣ್ಣ, ಕಾರಣ – ಹಳದಿಯಲ್ಲಿ ಪಚ್ಚೆ ಮತ್ತು ಕೆಂಪುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಗುಲಾಬಿ (ಪಿಂಕ್) ಬಣ್ಣವು ಪಚ್ಚೆಗೆ ಪೂರಕ, ಕಾರಣ – ಪಿಂಕ್‌ನಲ್ಲಿ ಕೆಂಪು ಮತ್ತು ನೇರಳೆಗಳಿವೆ. ಚಿತ್ರ 78 ರಲ್ಲಿ ಇವನ್ನೆಲ್ಲ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ.

ತೆಳ್ಳನಾದ ಪಟಲಗಳ ಬಣ್ಣಗಳು ಮಳೆಯಾದ ನಂತರದ ರಸ್ತೆಯ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಹೊಳೆಯುವ ವಿವಿಧ ಬಣ್ಣಗಳನ್ನು ನೀವು ಕಂಡಿರಬೇಕು. ನೀರಿನ ಮೇಲೆ ವಾಹನಗಳಿಂದ ಸೋರಿದ ಎಣ್ಣೆಯೋ



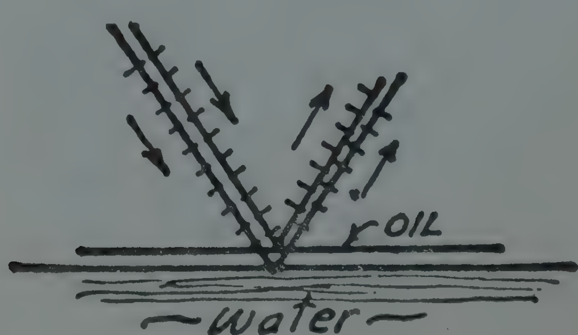
ಬಿ=ಬಿಳೀ, ನೀ=ನೀಲ,
ಪ=ಪಚ್ಚೆ, ಕೆ=ಕೆಂಪು,

ಗು=ಗುಲಾಬಿ, ಹ=ಹಳದಿ,
ನೇ=ನೇರಳೆ ಕ=ಕಪ್ಪು

ಚಿತ್ರ 78: ಪರಸ್ಪರ ಪೂರಕ ಬಣ್ಣಗಳು.

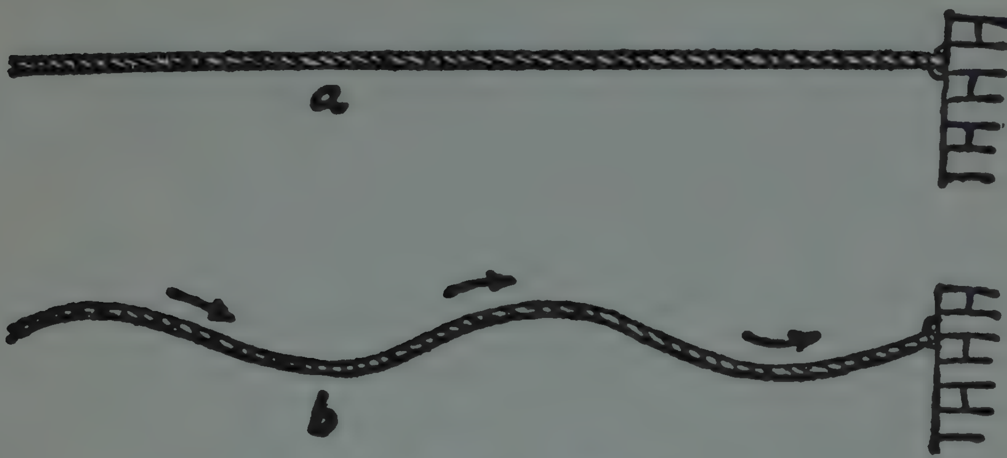
ಪಟಲಗಳಂತೆ ತೇಲುತ್ತಲಿದ್ದು ಈ ಪಟಲಗಳೇ ವಿವಿಧ ಬಣ್ಣಗಳಿಂದ ರಂಜಿಸುತ್ತವೆ. ತುಸುವೇ ಗಾಳಿ ಬೀಸಿದರೂ ಕೂಡ ಈ ಬಣ್ಣಗಳು ಬದಲಾಗುವುದಿದೆ; ಕಾರಣ, ಆಗ ಬಣ್ಣ ತೋರುವ ಪಟಲಗಳ ದಪ್ಪವು ಹೆಚ್ಚುಕಮ್ಮಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಸಾಬೂನಿನ ಗುಳ್ಳೆಗಳಿಂದ ನೀವು ನೋಡಿಲ್ಲವೆ? ಇವು ರಮ್ಯವಾದ ಬಣ್ಣಗಳಿಂದ ಶೋಭಿಸುವುದಿದೆ. ಗುಳ್ಳೆಗಳು ದೊಡ್ಡದಾಗಿ ಊದಿಕೊಂಡಾಗ, ಇಲ್ಲವೆ ಚಿಕ್ಕದಾದಾಗ, ಈ ಗುಳ್ಳೆಗಳ ಬಣ್ಣಗಳೂ ಬದಲಿಸುವುದಿದೆ. ಇವು ತೆಳ್ಳನಾದ ಪಟಲಗಳೇ ಆಗಿವೆ. ತೆಳ್ಳನಾದ ದ್ರವಗಳ ಪಟಲಗಳೇತಕ್ಕೆ ವಿವಿಧ ಬಣ್ಣಗಳಿಂದ ರಂಜಿಸುತ್ತವೆ?

ಎಣ್ಣೆಯು ನೀರಿನೊಡನೆ ಬೆರೆಯುವುದಿಲ್ಲ. ಅದು ತೆಳ್ಳನಾದ ಪಟಲವಾಗಿ ನೀರ ಮೇಲೆ ತೇಲುತ್ತದೆ. ಬೆಳ್ಳಗಿನ ಬೆಳಕು ಇಂಥ ಪಟಲದ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದಾಗ, ಅಲ್ಲಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲಿಸುತ್ತದೆ, ಹಾಗೆಯೇ ಒಂದಂಶ ಕೆಳಮೈಯಿಂದಲೂ ಉಳಿದಂಶ ಆಚೆಮೈಯಿಂದಲೂ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಂಡು, ಈ ಮೊದಲ ತರಂಗಗಳು ಮೇಲೆ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಂಡ ನಂತರದ ತರಂಗಗಳಿಂದ ಕಲಾಂತರದಲ್ಲಿದ್ದು (Out of Phase) ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಬೆಳಕಿನ ತೀವ್ರತೆಯೇ ಇಲ್ಲದಂತಾಗುವುದು, ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಬೆಳಕಿನ ತೀವ್ರತೆಯಿದ್ದರೂ ಬಣ್ಣವು ವಿಶಿಷ್ಟವಾಗಿರುವುದು. ಈ ಬಣ್ಣಗಳೋ ಆಯಾಯ ಭಾಗದ ಪಟಲಗಳ ದಪ್ಪವನ್ನೇ ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಪಟಲದ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಬಣ್ಣಗಳ ವಿಶಿಷ್ಟ ವಿನ್ಯಾಸ ಇದ್ದಂತೆ ಭಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರ 79 ನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ.



ಚಿತ್ರ 79: ತೆಳ್ಳನಾದ ಪಟಲಗಳ ಬಣ್ಣ.

ಬೆಳಕಿನ ಧ್ರುವೀಕರಣ (Polarisation) ತರಂಗಗಳು ಎರಡು ವಿಧದವುಗಳು: ಉದ್ದಲೆಗಳು (Longitudinal waves) ಅಡ್ಡಲೆಗಳು (Transverse). ಶಬ್ದದ ತರಂಗಗಳೆಲ್ಲವೂ ಉದ್ದಲೆಗಳೇ, ಇವನ್ನು ಈ ಹಿಂದೆಯೇ ಪರಿಶೀಲಿಸಿದ್ದೇವೆ. ಬೆಳಕು ರೇಡಿಯೋ ಮೊದಲಾದುವುಗಳ ತರಂಗಗಳೋ ಅಡ್ಡಲೆಗಳು.



ಚಿತ್ರ 80: ಅಡ್ಡಲೆ

ಚಿತ್ರ80ನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿರಿ. ಚಿತ್ರ 80 (a) ಯಲ್ಲಿ ಉದ್ದನಾದ ಹಗ್ಗದ ಒಂದು ತುದಿಯನ್ನು ಬಿಗಿಯಲಾಗಿದೆ. ಮತ್ತೊಂದು ತುದಿಯನ್ನು ಜಗ್ಗಿಹಿಡಿದು ಮೇಲಿಂದ ಕೆಳಕ್ಕೆ, ಕೆಳಗಿನಿಂದ ಮೇಲಕ್ಕೆ, ಸ್ಪಂದಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ಸ್ಪಂದನಗಳಿಂದಲೋ ಹಗ್ಗದ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಒಂದು ತೆರೆಯಂಥ ಚಲನೆಯು ವ್ಯಾಪಿಸುತ್ತದೆ. ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಆಚೆ ಬದಿಯಲ್ಲಿ ಈ ತರಂಗವು ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಂಡು ಹಿಮ್ಮುಖವಾಗಿಯೂ ಮತ್ತೊಂದು – ತರಂಗವು ಅಡ್ಡಲೆಯು–ಹರಿಯಬಹುದು, ಇವುಗಳ ಫಲವಾಗಿ ಹಗ್ಗದ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಇವುಗಳ ಫಲಿತವೆನಿಸಿದ ಅಡ್ಡಲೆಯು ವ್ಯಾಪಿಸಬಹುದು.



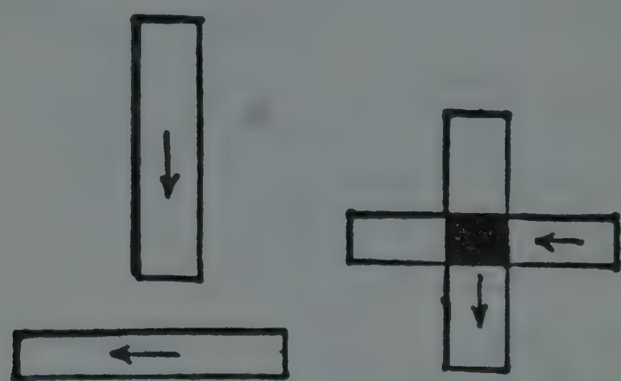
ಚಿತ್ರ 81: ಅಡ್ಡಲೆಗಳ ಧ್ರುವೀಕರಣ.

ಚಿತ್ರ 81(a) ಯಲ್ಲಿ ಈ ಹಗ್ಗವನ್ನು ಒಂದು ಚಿಕ್ಕ ನಿಡುಗಂಡಿ (Slit) ಯ ಮೂಲಕ ಹಾದು ಹೋಗುವಂತೆ ಮಾಡಿ ಅದರ, ತುದಿಯನ್ನು ಸ್ಪಂದನಗೊಳಿಸಿದರೆ, ಹಗ್ಗದ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಹರಿಯುವ ತರಂಗವಾದರೋ ಆ ನಿಡುಗಂಡಿಯ ತಲದಲ್ಲೇ (ನಿಡುಗಂಡಿಗೆ ಸಮಾನಾಂತರವಾದ ತಲದಲ್ಲೇ,(Plane) ಇರುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ನಿಡುಗಂಡಿಯಿಲ್ಲದೆ ಹೋದರೆ ಹಗ್ಗಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾದ ಯಾವ ತಲದಲ್ಲೂ ಈ ತರಂಗ ವಿರಬಲ್ಲುದು, ತರಂಗವು ಮುಂದೆ ಸಾಗಬಲ್ಲುದು ಎಂಬುದನ್ನು ನಾವು ಇಲ್ಲಿ ನೆನೆಯಲೇಬೇಕು. ಇಂಥ ನಿಡುಗಂಡಿಯ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ಈ ತರಂಗದ ತಲವು ಸ್ತಿಮಿತಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. 81(a) ಲ್ಲಿ

ನಿಡುಗಂಡಿಯನ್ನು ಹಾದು ಹೋಗುವ ತರಂಗದ ಇದಿರಾಗಿ ಈ ಅಡ್ಡ ತರಂಗವು ಅಲ್ಲೇ ಅದೃಶ್ಯ ವಾಗುವುದು. ಕೆಲವು ಪಾರದರ್ಶಕ ಮಾಧ್ಯಮಗಳನ್ನು ಹಾದು ಮುಂಬರಿದಾಗಲೋ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಗಳು ಇಂಥ ಧ್ರುವೀಕರಣವನ್ನು – ಇಂಥ ಏಕಪಾರ್ಶ್ವತೆಯನ್ನು – ಅನುಭವಿಸುವುವು.

ಐಸ್‌ಲೇಂಡ್ ಸ್ಪಾರ್ ಎಂಬ ಹರಳು ಇಂಥ ಧ್ರುವೀಕರಣವನ್ನುಂಟುಮಾಡುವ ಹರಳುಗಳಲ್ಲೊಂದು. ಇದನ್ನು ಹಾದು ಹೋಗುವ ಬೆಳಕು ಮುಂಬರಿದಾಗ, ಒಂದೇ ತಲದಲ್ಲಿ ತನ್ನ ಸ್ಪಂದನಗಳನ್ನು – ಮುಖ್ಯ ತರಂಗಗಳ ಮಟ್ಟವನ್ನು–ತೋರುತ್ತದೆ. ಮುಂದೆ, ಒಂದು ಐಸ್‌ಲೇಂಡ್‌ಸ್ಪಾರ್ ಹರಳನ್ನು ದಾಟಿದ ಬೆಳಕಿನ ನಂತರ ಪುನಃ ಒಂದನ್ನು ಹೀಗೆಯೇ ಇಟ್ಟರೆ, ಬೆಳಕು ಮುಂದರಿಯಲು ಅನುಕೂಲವೇ ಆಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ, ಎರಡನೆಯದನ್ನು ಒಂದನೆಯದಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿಟ್ಟರೆ ಮೊದಲ ಹರಳನ್ನು ದಾಟಿದ ಬೆಳಕು ಎರಡನೆಯದನ್ನು ಎಷ್ಟಕ್ಕೂ ದಾಟಲಾರದು; ಅದು ಅಲ್ಲೇ ನಶಿಸಿ ಹೋಗುತ್ತದೆ.

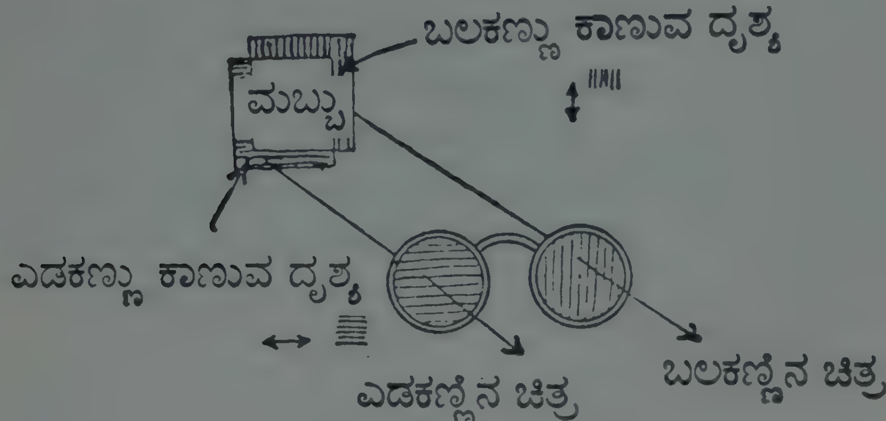
ಪೊಲರೈಡ್ ಇಂಥ ಬೆಳಕಿನ ಧ್ರುವೀಕರಣವನ್ನು ಬಳಸುವ ಸಾಧನ. ಇದರಲ್ಲಿ ಸೆಲೋಫೇನಿನ ಮೇಲೆ ಕ್ವಿನೀನ್ ಹರಳುಗಳನ್ನು ಸಾಲಾಗಿ ಹತ್ತಿರ, ಹತ್ತಿರವಾಗಿಯೇ ವೈದ್ಯುತ್ಯವಿಧಾನ ದಿಂದ ಹಚ್ಚಿಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ಅಣುಗಳಾದರೋ ಸಾವಿರಗಟ್ಟಳೆ ಮಿಲಿಯ ಅದೃಶ್ಯವೇ ಇರುವಷ್ಟು ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಎಳೆಗಳಂತಿದ್ದು ಪ್ರತಿಯೊಂದೂ ಐಸ್‌ಲೇಂಡ್‌ಸ್ಪಾರ್‌ನಂತೆಯೇ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಹಾದು ಮುಂಬರಿಯುವ ಬೆಳಕಿನ ಹಾದಿಯಲ್ಲಿ ಮತ್ತೊಂದು ಪೊಲರ್ಯಾಡ್ ಇಟ್ಟರೆ ಅದು ಒಂದು ಸ್ಥಿತಿ ಯಲ್ಲಿ ತನ್ನ ಮೂಲಕ ಎಲ್ಲ ಬೆಳಕನ್ನೂ ಹಾಯಿಸಬಲ್ಲುದು; ಇದರ ಲಂಬಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಏನನ್ನೂ ಹಾಯಿಸಲಾರದು. ಇದನ್ನು ಚಿತ್ರ 82 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 82: ಪೋಲರ್ಯಾಡುಗಳ ಮೂಲಕ ಬೆಳಕು ಕಾಣುವ ಸ್ಥಿತಿ.

ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಒಮ್ಮೆಗೇ ಜನಪ್ರಿಯವೆನಿಸಿದ 3D ಚಲಚಿತ್ರಗಳು (ತ್ರಿವಿಸ್ತಾರದ ಚಿತ್ರ ಗಳು,(Three dimensional motion pictures) ಜ್ಞಾಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಿರಿ .ಇಂಥ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ನೋಡಲು ನಿಮಗೆ ರಟ್ಟಿನ ದಡೆಗಳುಳ್ಳ ಕನ್ನಡಕಗಳನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿದ್ದರಷ್ಟೆ. ಇವು ಕೂಡ ಪೊಲೆರ್ಯಾಡುಗಳೇ. ತ್ರಿವಿಸ್ತಾರದ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ನೋಡಲು ಪ್ರಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ಎಡ ಮತ್ತು ಬಲಗಣ್ಣುಗಳಿಂದ ಕಾಣುವ ಚಿತ್ರ ಗಳನ್ನು ಕಾಣಬೇಕು. ಇವು ತುಸುವೇ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡಿದ್ದು, ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಇವು ಕಣ್ಣೆದುರಿಗೆ ಪ್ರದರ್ಶಿಸಲ್ಪಟ್ಟಾಗಲೇ ವಸ್ತುವು ತಾನು ನಿಜವಾಗಿಯೂ ಇದ್ದಂತೆಯೇ, ಅಂದರೆ, ತನ್ನ ಮೂರು ವಿಸ್ತಾರಗಳಲ್ಲಿಯೂ, ಉದ್ದ, ಅಗಲ ಮತ್ತು ದಪ್ಪನಾಗಿಯೇ ಇರುವಂತೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ, ಈ ಬಗ್ಗೆ ಬಲ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣುವ ಚಿತ್ರವನ್ನೇ ಬಲ ಕಣ್ಣು ನೋಡುವಂತಾಗಬೇಕು, ಹಾಗೆಯೇ ಎಡ ಕಣ್ಣು ಕಾಣುವ ಚಿತ್ರವನ್ನೇ ಅದು ಕಾಣಬೇಕು. ಇಂಥ ಯೋಜನೆಯನ್ನು ಪೊಲರ್ಯಾಡು ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ; ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಗಾಜುಗಳೊದಗಿಸುತ್ತವೆ.

ಈ ತ್ರಿವಿಸ್ತಾರದ ಚಲಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಎರಡು ಯುವಗಳ ಕೆಮರಾದಿಂದ ತೆಗೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಅನಂತರ ಇವನ್ನು ಎರಡು ಪೊಲರ್ರ್ಯಾಡು ಯುವಗಳ ಮೂಲಕ ಪರದೆಯಮೇಲೆ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಿಸಿದರೆ (Project) ಈ ಯುವಗಳಲ್ಲೊಂದು ಊರ್ಧ್ವವಾಗಿಯೂ ಮತ್ತೊಂದು ಇದಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿಯೂ ಇದ್ದರೆ, ಎರಡು ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳು ಪರದೆಯ ಮೇಲೆ ಬೀಳುತ್ತವೆ. ಇವೆರಡು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಊರ್ಧ್ವ ಮತ್ತು ಕ್ಷಿತಿಜ ತಳಗಳಲ್ಲಿ ಧ್ರುವೀಕರಣ ಪಡೆದಿದ್ದು, ಬಲ ಕಣ್ಣಿನಿದಿರು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುವ ಒಂದು ಪೊಲರ್ರ್ಯಾಡು ಊರ್ಧ್ವತಲದಲ್ಲಿ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಚಿತ್ರವನ್ನೂ, ಮತ್ತೊಂದರ ಮೂಲಕ ಎಡ ಕಣ್ಣು ಕ್ಷಿತಿಜ ತಲದಲ್ಲಿ ಧ್ರುವೀಕೃತ ಚಿತ್ರವನ್ನೂ ಕಾಣುವುವು. ಹೀಗೆ ತ್ರಿವಿಸ್ತೃತಿಯ ಚಿತ್ರವು ಕಣ್ಣೆದುರಿಗೆ ಗೋಚರಿಸು ವುದು. ಈ ವಿವರಗಳನ್ನು ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಚಿತ್ರ 83ರಲ್ಲಿ ನೋಡಬಹುದು.



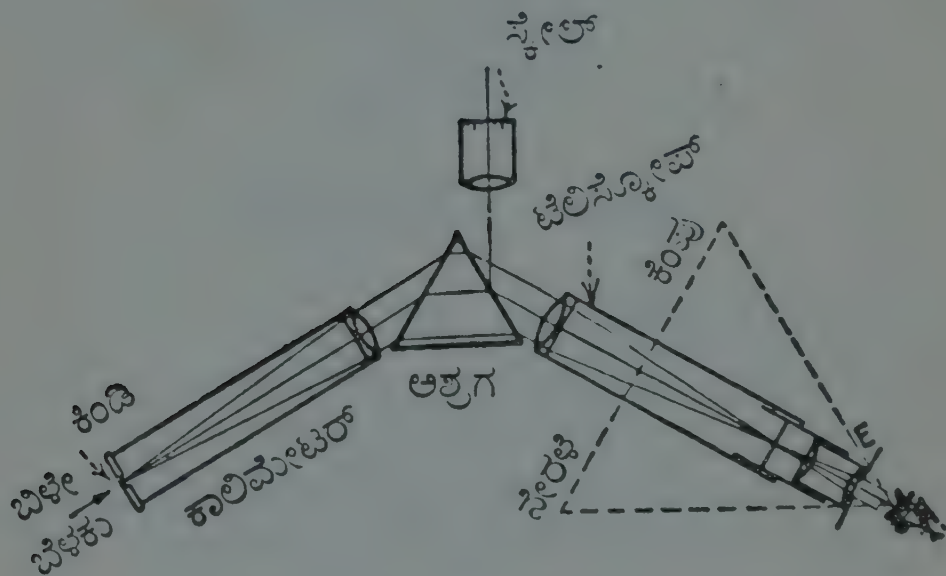
ಚಿತ್ರ 83: ತ್ರಿವಿಸ್ತಾರ ಚಿತ್ರಗಳು.

ವರ್ಣಪಂಕ್ತಿಗಳು (Spectra) ಬಿಳೀ ಬೆಳಕು ಪ್ರಿಸ್ಮ್‌ನ್ನು ಹಾದು ಮುಂಬರಿದಾಗ ಇವು ವರ್ಣವಿಕ್ಷೇಪಣ ಹೊಂದುವುದನ್ನು ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿರುವೆವು. ವಿಕ್ಷೇಪ ಹೊಂದಿದಾಗ, ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಬಣ್ಣಗಳು ಬಿಡಿಬಿಡಿಯಾಗಿ ಕಾಣುವ ಮಾಲೆಯನ್ನು ನಾವು ರೋಹಿತ,–ವರ್ಣಪಂಕ್ತಿ–ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಇದನ್ನೇ ನಾವು ವಿಶ್ಲೇಶಿಸಬಹುದು. ಇಂಥ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯೇ ವರ್ಣಪಂಕ್ತಿ ವಿಶ್ಲೇಷಣ, ಇಲ್ಲವೆ ರೋಹಿತ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ. ಈ ಶಾಸ್ತ್ರಭಾಗವು ಖಗೋಲಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಅತಿ ಪ್ರಮುಖ ವಿಭಾಗವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಪ್ರತಿಧಾತುವನ್ನೂ ಬಿಸಿಮಾಡಿ ಪ್ರಕಾಶಿತಗೊಳಿಸಿದರೆ, ಅದರ ಬೆಳಕು ವಿಶಿಷ್ಟವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿಧಾತುವೂ ತನಗನುಗುಣವಾದ ಒಂದೋ, ಎರಡೋ, ಹೆಚ್ಚೆಂದರೆ ಕೆಲವೋ ಬಣ್ಣಗಳನ್ನು ತೋರು ತ್ತದೆ. ಒಂದಿಷ್ಟು ಉಪ್ಪನ್ನು ಬೆಂಕಿಗೆ ಚೆಲ್ಲಿರಿ. ಉಪ್ಪಿನಲ್ಲಿ ಸೋಡಿಯಂ ಧಾತುವಿದೆ. ಇದರ ಕಾರಣದಿಂದ ಬೆಂಕಿಯು, ಮುಖ್ಯ ಅದರ ಬೆಳಕು–ಹಳದಿ ಬಣ್ಣದಿಂದ ರಂಜಿಸುತ್ತದೆ. ಸೋಡಿಯಂನ ವಿಶಿಷ್ಟ ಬಣ್ಣವು ಹಳದಿ. ಹಾಗೆಯೇ ತಾಮ್ರವು ಮರಕತದಂತ ಹರಿತ (ಪಚ್ಚೆ, Emerald green)ವನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿ ಸುತ್ತದೆ. ಲಿಥಿಯಂ ಧಾತುಗಳು ಕಾರ್ಮಿನ್ ಕೆಂಪನ್ನೂ (Carmine) ಪೊಟಾಶಿಯಂ ಧಾತುಗಳು ನೇರಳೆಯನ್ನೂ, ಬೇರಿಯಂ ಧಾತುಗಳು ಹಳದಿ ಮಿಶ್ರ ಪಚ್ಚೆಯನ್ನೂ ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಪ್ರತಿ ಲೋಹ, ಪ್ರತಿ ಧಾತುವೂ ತನ್ನದೇ ವಿಶಿಷ್ಟ ಬಣ್ಣಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತದೆ. ಸಿಡಿ ಮದ್ದಿನಲ್ಲಿ (Gunpowder) ಇಂಥ ಹಲವು ಲೋಹಗಳ ತುಣುಕುಗಳನ್ನು ಬೆರೆಸಿರುವುದರಿಂದಲೇ ಕಿಡಿಗಳು ವಿವಿಧ ಬಣ್ಣಗಳಿಂದಲೂ ರಂಜಿಸುತ್ತವೆ.

ತಮುತಮುಗೆ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಮತ್ತು ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾದ ಬಣ್ಣಗಳನ್ನಷ್ಟೇ ವಿವಿಧ ಲೋಹಗಳು ಸೃಜಿಸುತ್ತವೆಯಷ್ಟೆ. ಇದರ ವಿರುದ್ಧ ಕ್ರಿಯೆಯೂ ಒಂದಿದೆ. ಒಂದು ಲೋಹ, ಇಲ್ಲವೆ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಅನಿಲವು, ತಾನು ಸ್ಫುರಿಸಲ್ಪಟ್ಟಾಗ ಕಾರುವ ಬಣ್ಣವನ್ನೇ ತಾನು ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ತಂಪಾಗಿರುವಾಗ (ಶೀತಲಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗ) ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಸೋಡಿಯಂ ತಾನು ಹಳದಿ ಬಣ್ಣವನ್ನು ಸೃಜಿಸುತ್ತದೆ. ಆದರೆ, ಇದೇ ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕನ್ನು ಸೋಡಿಯಂ ಆವಿಯ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿದರೆ, ಆವಿಯು ಹಳದಿ ಬಣ್ಣವನ್ನು ಪೂರ್ತಿ ಹೀರಿಬಿಡುತ್ತದೆ; ಅದನ್ನು ಹಾದು ಅಂಥ ಬೆಳಕೇ ಮುಂಬರಿಯುವುದಿಲ್ಲ. ಮಿಶ್ರಬೆಳಕನ್ನು ಹಾಯಿಸಿದಾಗಲೂ ಉಳಿದ ಬಣ್ಣಗಳ ಬೆಳಕು ಮುಂಬರಿಯುವುದೇ ವಿನಾ ಹಳದಿ ಬಣ್ಣವು ಪೂರ್ತಿ ಹೀರಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಸೂರ್ಯನಲ್ಲಿ ಸೋಡಿಯಂ ಧಾತುಇದೆ. ಇದು ತಪನ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲೂ ಇದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಸೋಡಿಯಮಿಗೆ ಅನುಗುಣವಾದ ಹಳದಿ ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ನಾವು ಸೌರ ಬೆಳಕಿನ ವರ್ಣಪಂಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ನಿರೀಕ್ಷಿಸಬಹುದು. ಆದರೇನು? ಈ ವಿಶಿಷ್ಟಪ್ರಕಾಶದ ಬೆಳಕು ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತಲೂ ಕವಿದಿರುವ ಕಮ್ಮಿ ಉಷ್ಣತೆಯ ವರ್ಣವಲಯದಲ್ಲಿರುವ ಸೋಡಿಯಂನಿಂದಲೋ ಪೂರ್ತಿಹೀರಲ್ಪಟ್ಟು ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಹಳದಿ ಶುಭ್ರಪಟ್ಟಿಯ (Bright band) ಬದಲು ಕಪ್ಪಾದ ಪಟ್ಟಿ (Dark band) ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಇವನ್ನು ಫ್ರಾನ್‌ಹೋಫರನ ವರ್ಣಪಂಕ್ತಿಯ ರೇಖೆಗಳೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. (Fraunhofer lines).

ಚಿತ್ರ 84ರಲ್ಲಿ ವರ್ಣಪಂಕ್ತಿ ದರ್ಶಕವನ್ನು ಚಿತ್ರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈಗ ತಾನೆ ಹೇಳಿದಂತೆ ಸೌರಬೆಳಕಿನ



ಚಿತ್ರ 84: ಫ್ರಾನ್‌ಹೋಫರ್ ಕಿರಣ–ರೇಖೆಗಳು.

ವರ್ಣಪಂಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ವಿವಿಧ ಧಾತುಗಳು ಸೃಜಿಸುವ ವಿಶಿಷ್ಟ ಬೆಳಕಿನ ವರ್ಣವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಶುಭ್ರ ರೇಖೆಗಳ ಬದಲು, ಕಪ್ಪಾದ ರೇಖೆಗಳು ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ, ಪ್ರತಿ ಕಪ್ಪು ರೇಖೆಯೂ ಒಂದೊಂದು ವಿಶಿಷ್ಟ ಲೋಹದ ಇಲ್ಲವೆ, ಧಾತುವಿನ ಅಸ್ತಿತ್ವವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಇದೇ ಧಾತು ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರಜ್ವಲಿತ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರಲೂ ಬೇಕು, ಹಾಗೆಯೇ, ಸುತ್ತಲಿನ ವರ್ಣವಲಯದಲ್ಲಿ ಶೀತಲ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿಯೂ ಇರಬೇಕು.

ಹೀಗೆ ಇಂಥ ವರ್ಣಪಂಕ್ತಿಯ ಪರೀಕ್ಷೆ ಮತ್ತು ವಿಶ್ಲೇಷಣಪದ್ಧತಿಯನ್ನನುಸರಿಸಿಯೇ ಸೂರ್ಯನಲ್ಲಿ, ನಕ್ಷತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಎಂಥ ಧಾತುಗಳಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ನಾವು ಭೂಮಿಯಿಂದಲೇ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಲು ಬರುತ್ತಲಿದೆ. ಹೆಬ್ಬೆರಳೊತ್ತಿ ಮನುಷ್ಯನ ಪರಿಚಯವನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಂಡಂತೆಯೇ, ಆಯಾಯ ಧಾತುಗಳ ವರ್ಣಪಂಕ್ತಿಗಳ ಪರಿಶೀಲನೆಯಿಂದ ಅವವುಗಳನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಗುರುತಿಸಬಹುದು.

ಪಾಲೊಮಾರ್‌ನ 200 ಇಂಚು ದೂರದರ್ಶಿಯ ಸಹಾಯದಿಂದ ದೂರದ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ, ನೀಹಾರಿಕೆಗಳ ಬೆಳಕನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ, ಆ ಬೆಳಕನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಲು ಬರುತ್ತಲಿದೆ. ಹೀಗೆ ಆಕಾಶದ ವಿವಿಧ ಕಾಯಗಳ ಪ್ರಾಕೃತಿಕ ಸ್ವರೂಪವನ್ನರಿತುಕೊಳ್ಳಲಾಗಿದೆ. ಒಂದೇ ಉದಾಹರಣೆ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಇಂಥ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯಿಂದ ಗುರುಗ್ರಹದಲ್ಲಿನ ಅಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಅಮ್ಮೋನಿಯಾ ಮತ್ತು ಮಿಥೇನ್ ಅನಿಲಗಳಿವೆ ಎಂದು ತಿಳಿದಿರುತ್ತದೆ.

ಇಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲ; ಡಾಪ್ಲರನ ನಿಯಮವನ್ನು ಬೆಳಕಿಗೂ ಅನ್ವಯಿಸಿ, ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿಂದ ಬರುವ ಬೆಳಕನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿ, ವಿಶಿಷ್ಟವರ್ಣರೇಖೆಗಳ ಸ್ಥಾನಪಲ್ಲಟದಿಂದ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಹೇಗೆ ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಲಿವೆ ಎಂಬ ವಿವರಗಳನ್ನೂ ಸಂಗ್ರಹಿಸಲಾಗಿದೆ. ಸೌರವರ್ಣಪಂಕ್ತಿಯಲ್ಲಂತೂ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಣ ಧಾತುಗಳ ವಿವಿಧ ವರ್ಣಗಳ ರೇಖೆಗಳಿಂದ ಹೊಸತೇನೂ ಕಂಡುಬಾರದಿರುವ ಕಾರಣ, ಗ್ರಹಗಳೆಲ್ಲವೂ ಸೂರ್ಯನಿಂದಲೇ ಉಂಟಾದುವು ಎನ್ನುವುದೂ ಸಿದ್ಧವಾಗಿದೆ.

ಭಾಗ ಹತ್ತು

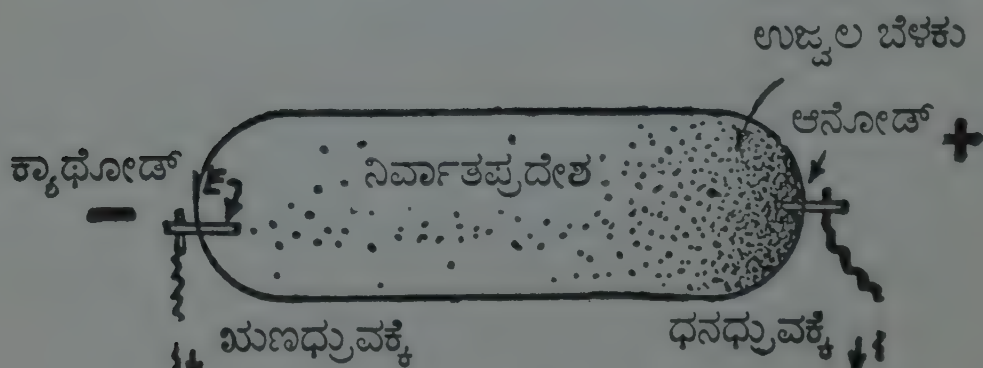
ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ಸ್ (Electronics)

ವಿಲಿಯಮ್ಸ್ ಕ್ರೂಕ್ಸ್‌ನ ಪ್ರಯೋಗಗಳು......ಕೆಥೋಡ್‌ಕಿರಣ......ಸ್ಥಾಯೀವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ... .ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಎಂದರೇನು?......ಸ್ವರ್ಣಪತ್ರವಿದ್ಯುದ್ದರ್ಶಕ......ವಿದ್ಯುದಾವೇಶಗಳು (ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾರ್ಜು, (Electric charges) ನಿಯಮಗಳು...... ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ವಿಸರ್ಜನೆ ......ವಿದ್ಯುತ್ಸಾಂದ್ರಕ.........ಲೀಡನ್ ಜಾಡಿ...... ವಿದ್ಯುತ್‌ಧಾರಣೆ (Capacities) ಗಳ ಬದಲಾವಣೆ......ವೈದ್ಯುತ ಅನುನಾದ......ರೇಡಿಯೋವಿನ ತತ್ವ......ನಿರ್ವಾತ ನಳಿಗೆ ಗಳಲ್ಲಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ವರ್ತನೆ......ಪ್ರಭಾವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶ...ರೇಡಿಯೋ ನಿರ್ವಾತನಳಿಗೆ ಪ್ರಭಾ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶದ ಸೂಕ್ಷ್ಮತೆ......ಎಕ್ಸ್‌ಕಿರಣಗಳು......

ವಸ್ತು ವೈಚಿತ್ರ್ಯವನ್ನು ಕುರಿತ ಅಧ್ಯಾಯದಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಾ ವಸ್ತುಗಳೂ ಅಣು ಪರಮಾಣು ಗಳಿಂದೇರ್ಪಟ್ಟಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿದೆವಷ್ಟೆ. ಸಂಯುಕ್ತಗಳಲ್ಲಿ ಅಣುಗಳಿವೆ. ಪ್ರತಿ ಅಣುವೂ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಪಡೆದಿದೆ. ಧಾತುಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಎಲ್ಲ ಪರಮಾಣುಗಳು ಒಂದೇ ತೆರನಾಗಿವೆ, ಸಂಯುಕ್ತಗಳಲ್ಲಿ ವಿಧವಿಧದ ಪರಮಾಣುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಉಪ್ಪನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ, ಇದರ ಮಿಲಿಯ ಗಟ್ಟಳೆ ಅಣುಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದರೂ ಕೂಡ ಇವುಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಒಂದು ಸೋಡಿಯಂ ಪರಮಾಣು, ಮತ್ತು ಒಂದು ಕ್ಲೋರಿನ್ ಪರಮಾಣು ಹೀಗೆ ಎರಡೇ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಪಡದ ಅಣುಗಳಿರುವುದು ಕಂಡು ಬರುತ್ತದೆ.

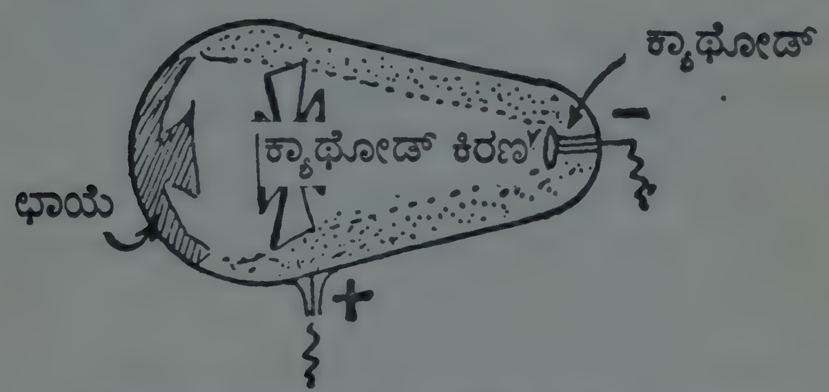
ಪರಮಾಣು ಅವಿಭಾಜ್ಯವೆಂದೂ, ಸುಮಾರು, ಶಬ್ದ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಅಕ್ಷರಮಾಲೆಯ ಅಕ್ಷರಗಳಂತಯೇ ಧಾತುಗಳಿಂದ ವಸ್ತುರಚನೆ ಸಾಧ್ಯ ಎಂದೂ ಪರಿಶೀಲಿಸಿರುವೆವಷ್ಟೆ. ಆದರೆ ಈ ಅರುವತ್ತು ವರ್ಷದ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಪರಮಾಣು ವಿಭಾಜ್ಯವಾಗಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನೂ ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟಿವೆ.

ಕಳೆದ ಶತಮಾನದ ಅಂತ್ಯಭಾಗದಲ್ಲಿ ಸರ್ ವಿಲಿಯಂ ಕ್ರೂಕ್ಸ್ ನಡೆಸಿದ ಒಂದು ಪ್ರಯೋಗವೇ ಈ ಹೊಸ ಭಾವನೆಗೆ ಕಾರಣವಾಯಿತು. ಇವನ ನಂತರದಲ್ಲಿ ರಾಂಟ್ಜೆನ್, ಬೆಕೆರಲ್, ಕ್ಯೂರಿ ದಂಪತಿಗಳು, ಅನಂತರದ ಇತ್ತೀಚೆಗಿನ ಪ್ಲಾಂಕ್, ಜೆ. ಜೆ. ಥಾಮ್ಸನ್, ರುದರ್‌ಫೋರ್ಡ್ ಮತ್ತು ನೀಲ್ಸ್‌ಬೋರ್



ಚಿತ್ರ 85: ವಿಲಿಯಮ್ ಕ್ರೂಕ್ಸ್‌ನ ಮೊದಲನೇ ನಳಿಗೆ

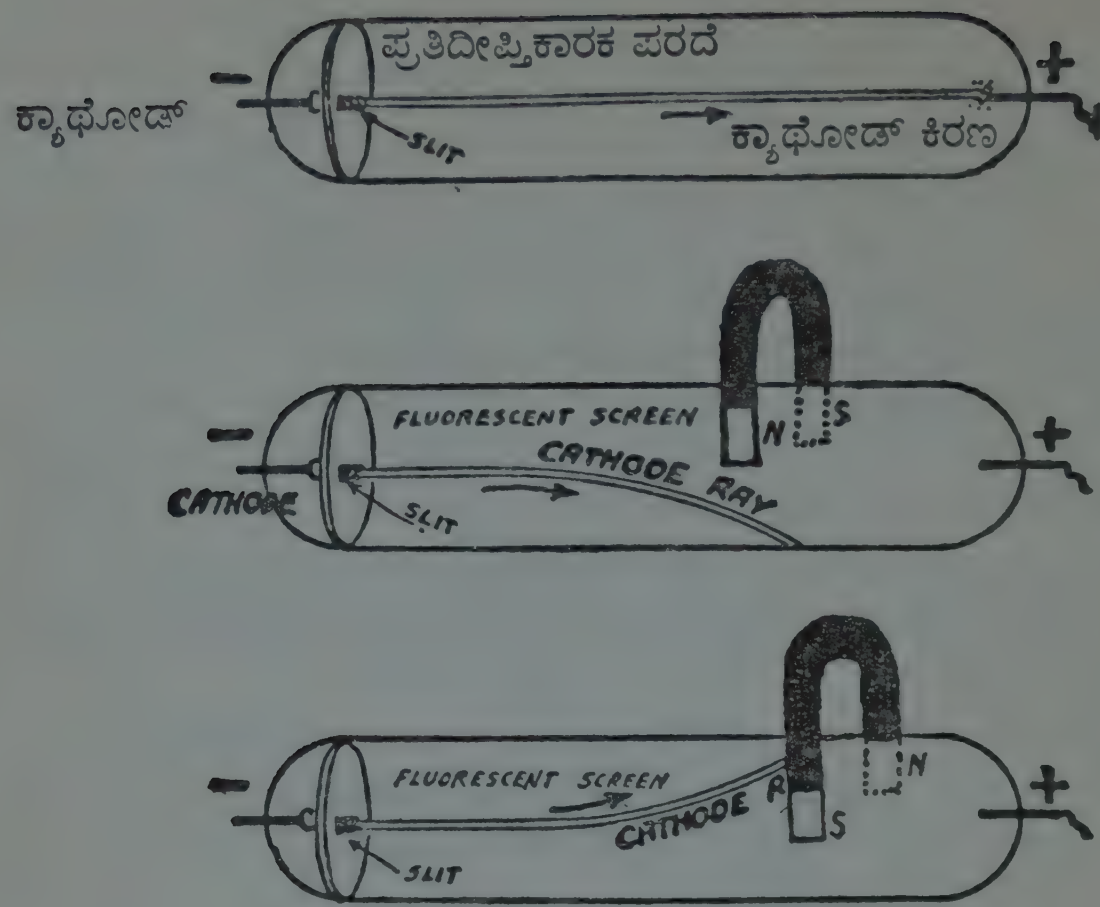
ಮೊದಲಿಗರ ಆವಿಷ್ಕಾರ ಮತ್ತು ತತ್ವಾಧ್ಯಯನಗಳು ಹೊಸ ಭಾವನೆಗಳನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟೀಕರಿಸಿವೆ; ಭೌತ ಶಾಸ್ತ್ರದ ಅತ್ಯಾಧುನಿಕ ಪರಿಮಿತಿ (ಕ್ವಾಂಟಂ, quantum) ವಾದವನ್ನೂ ಮಂಡಿಸಿವೆ. ಚಿತ್ರ 85 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ, ಒಂದು ಗಾಜಿನ ಕೊಳವೆಯ ಎರಡು ತುದಿಗಳಲ್ಲಿ ಲೋಹವಾಹಕಗಳನ್ನು ಗಾಳಿಗೂ ಎಡೆಯಿಲ್ಲದಂತೆ ಬೆಸೆದುದಲ್ಲದೆ, ಒಳಗಿನಿಂದ ಎಲ್ಲ ಗಾಳಿಯನ್ನೂ ಶೋಷಿಸಿ, ಲೋಹದ ತಗಡುಗಳನ್ನು ಪ್ರಬಲ ಒತ್ತಡದ ವಿದ್ಯುದುತ್ಪಾದಕಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸಿದಾಗ, ಹಲವು ವಿಚಿತ್ರ ಸಂಗತಿಗಳು ಗೋಚರಿಸಿದುವು; ಕೊಳವೆಯ ಒಳಭಾಗವೆಲ್ಲವೂ ಬಣ್ಣಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕಿನಿಂದ ಮಿನುಗಹತ್ತಿತು. ಇದನ್ನು ಪ್ರತಿದೀಪ್ತಿ (Flouresence) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಈ ಪ್ರತಿದೀಪ್ತಿಯಾದರೋ ಲೋಹವಾಹಕಗಳಲ್ಲಿ ಋಣ ವಿದ್ಯುತ್‌ಧ್ರುವ (Cathode ಕೆಥೋಡ್‌ನ) ಇದಿರಿಗೆ – ಸರಿವಿರುದ್ಧವಾಗಿಯೇ ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರಕಾಶಮಾನ ವಾಗಿತ್ತು – ಅಲ್ಲದೆ, ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಪರಿಶೀಲಿಸಿದಾಗಲೋ ಕೆಥೋಡಿನಿಂದ ಅತಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮ – ಸೂಕ್ಷ್ಮತಮ ವೆಂದರೂ ತಪ್ಪಿಲ್ಲ–ಕಣಗಳು ಹೊರಚಿಮ್ಮುತ್ತ, ವೇಗವಾಗಿ ಸಾಗುತ್ತಲೂ, ಧನವಿದ್ಯುತ್‌ಧ್ರುವವನ್ನು ಬಡಿ ದಾಗ ಪ್ರಕಾಶವನ್ನು–ಪ್ರತಿದೀಪ್ತಿಯನ್ನುಉಂಟುಮಾಡುತ್ತಿದ್ದುವು.ಈಕಣಗಳ ಚಲನೆಯೋ ಅಷ್ಟು ಸುಲಭ ವಾಗಿ ತಿಳಿದುಬರುತ್ತಿದ್ದಿಲ್ಲವೆಂದೇ ಹೇಳಬೇಕು. ಚಿತ್ರ 86 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿದಂತೆ ಧ್ರುವಗಳ ನಡುವೆ ಕ್ರೂಕ್ಸನು ಒಂದು ಲೋಹದ ತಗಡನ್ನಿರಿಸಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದನು. ಆಗಲೋ ಈ ತಗಡು ತನ್ನ ಹಿಂದೆ ತನ್ನದೇ ಆಕಾರದ



ಚಿತ್ರ 86: ಕ್ರೂಕನ ಎರಡನೇ ನಳಿಗೆ.

ಒಂದಷ್ಟು ನೆರಳನ್ನು ಕೆಡಹುತ್ತ ಇದೇನು ಬೆಳಕೇ ಎಂಬ ಕುತೂಹಲವನ್ನೂ ಮೊದಲು ಕೆರಳಿಸಿತು; ಇಷ್ಟು ಮಾತ್ರವೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಈ ಕಿರಣಗಳು – ಸದ್ಯದಲ್ಲೇ ಕಣಗಳೆಂಬುದೂ ಖಚಿತವಾಗಿ ಸ್ಥಾಪಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿತು – ಪ್ರಬಲ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಇವು ಬಾಗುವುದೂ ಕಂಡುಬಂದಿತು. ಚಿತ್ರ 87ರಲ್ಲಿ ಕೆಥೋಡ್ ಕಿರಣಗಳ ಬಾಗುವಿಕೆಯನ್ನು ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಅನಂತರ ನಡೆಸಲಾದ ವಿವಿಧ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಕೆಥೋಡ್‌ಕಿರಣಗಳಾದರೋ ಕೆಥೋಡ್ ನಿಂದ ಪ್ರವಹಿಸುವ ಅತಿಕ್ಷುದ್ರಕಣಗಳೆಂಬುದು ತಿಳಿದುಬಂದಿತು. ಇವು ಕೆಥೋಡ್ (ಋಣಧ್ರುವ) ದಿಂದ ನೆಗೆದು, ಹರಿಯುತ್ತ ಎನೋಡ್(ಧನಧ್ರುವ)ಗೆ ವೇಗವಾಗಿ ಹರಿಯುತ್ತವೆ. ಇನ್ನು ಹಿಂದಿನ ಪಾಠದಲ್ಲಿ ಹೇಳಿರುವಂತೆ ಇವು ನೇರಾಗಿಯೂ ಹರಿಯುತ್ತವೆ; ಯಾವುದಾದರೂ ವಸ್ತು ಅಡ್ಡಬಂದಾಗ ಅದರ ಹಿಂದೆ ಆ ವಸ್ತುವಿನ ಆಕೃತಿಗನುಗುಣವಾದ ನೆರಳನ್ನು ಬೀಳಿಸುತ್ತವೆ. ಉಷ್ಣವನ್ನುಂಟುಮಾಡು ತ್ತವೆ, ಕಾರಣ, ಇವು ಚಲನಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆದಿರುತ್ತವೆ. ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಇವು ತಕ್ಕಂತೆ ಬಾಗುತ್ತವೆ, ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವು ಇವನ್ನು ತಕ್ಕಂತೆ ಬಾಗಿಸುತ್ತದೆ; ಇವು ಯಾವುದಾದರೂ ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದಾಗಲೋ ಆ ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ಋಣವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ತೋರುತ್ತವೆ; ಲೋಹಪಟಲಗಳನ್ನು ಇವು ಸುಲಭವಾಗಿ ದಾಟು ತ್ತವೆ; ಅನಿಲಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರೇರಿತವನ್ನಾಗಿ (ಆಯಾನೀಕರಿಸುತ್ತವೆ) ಮಾಡುತ್ತವೆ; ಫೊಟೋಗ್ರಾಫಿಕ್



ಚಿತ್ರ 87: ಕ್ಯಾಥೋಡ್‌ಕಿರಣಗಳ ಲಕ್ಷಣಗಳು.

ಹಲಗೆಗಳ ತಮ್ಮ ಪರಿಣಾಮ ತೋರುತ್ತವೆ; ಕೊನೆಯದಾಗಿ, ತಮ್ಮ ಹಾದಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ಲೇಟಿನಂ ಲೋಹದ ಲಕ್ಷ್ಯವನ್ನು ಹೊಡೆದಾಗಲೋ X ಕಿರಣಗಳನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ.

ಈ ಎಲ್ಲಾ ಕಾರಣಗಳಿಂದ ಕೊಳವೆಯೊಳಗಿನ ಅಪೂರ್ವ ಬೆಳಕಿಗೆ ಕಾರಣವಾದುವುಗಳೇ ಅತ್ಯಂತ ಕ್ಷುದ್ರ ಕಣಗಳೆಂತಲೂ, ಇವು ಋಣವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಪಡೆದಿರುವುವೆಂತಲೂ ಸ್ಥಾಪಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿತು. ಯಾವ ಲೋಹದ ಕೆಥೋಡನ್ನು ಪಯೋಗಿಸಿದರೂ ಇಂಥವೇ ಕೆಥೋಡ್‌ಕಿರಣಗಳು,-ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು–ಉದ್ಗಮಿಸಿ ಹರಿಯುವುವು ಎಂಬುದೂ ಸ್ಥಾಪಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿತು.

ಮುಂದೆ ಅನೇಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿ ಈ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದರು. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ಎಲ್ಲಾ ಸಾಗರಗಳಲ್ಲಿ ನೀರಿನ ಹುಂಡುಗಳೆಷ್ಟಿವೆ? ಇವುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಇದ್ದರೇನೇ ನಾವು ಒಂದು ಚಿಕ್ಕ ಪಾತ್ರೆಯನ್ನು ಇವುಗಳಿಂದ ತುಂಬಬಲ್ಲೆವೋ ಏನೋ. ಅಂತೂ ಈ ಕೆಳಗಿನ ಸತ್ಯಾಂಶಗಳನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಯಿತು.

1. ಎಲ್ಲ ವಸ್ತುಗಳಿಂದಲೂ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಸೃಜಿಸಲ್ಪಡುತ್ತವೆ.
2. ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಋಣವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನೇ (Charge) ಪಡೆದಿರುವುವುಗಳು.
3. ಎಲ್ಲಾ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಚಾರ್ಜುಗಳೂ ಪರಸ್ಪರ ಸಮಾನಗಳೇ.

ಸ್ಥಿರ ವಿದ್ಯುತ್ ವಿವಿಧ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಹೊರಕ್ಕೆ ನೆಗೆದು ಬಿಡಬಹುದು. ಹಾಗೆ ನೆಗೆಯುವಾಗಲೇ ಇವು ಋಣಚಾರ್ಜನ್ನು ಪಡೆದು ಹಾರುವ ನಿಮಿತ್ತ ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ಧನಚಾರ್ಜು ನಿವ್ವಳವಾಗಿ ಉಳಿದುಬಿಡುತ್ತದೆ.

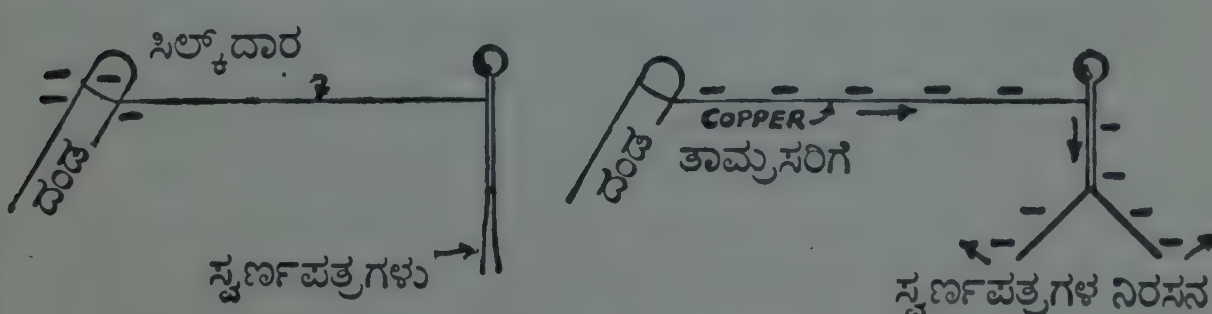
ಅಂದರೆ A ಮತ್ತು B ಎಂಬ ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳು ವಿದ್ಯುತ್ತಟಸ್ಥವಾಗಿವೆ ಎಂದು ಭಾವಿಸಿರಿ. Aಯಿಂದ ಕೆಲವು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು B ಗೆ ಹಾರಿದರೆ ಆಗ B ಯಲ್ಲಿ ಋಣ ಚಾರ್ಜು ಗೋಚರಿಸಲೇ ಬೇಕು, ಮತ್ತು Aಯಲ್ಲಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಹಾರಿಹೋದ ಕಾರಣ, ಧನ ಚಾರ್ಜು ಕಾಣುತ್ತದೆ; ಅಥವಾ, Bಯು ವೈದ್ಯುತವಾಗಿ ಋಣಾತ್ಮಕವೂ, Aಯು ಧನಾತ್ಮಕವೂ ಆಗುತ್ತವೆ.

ಬರಿಯ ಉಜ್ಜುವಿಕೆಯಿಂದಲೇ ಕೆಲವು ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಹೀರಿಬಿಡಬಹುದು. ಗಟ್ಟಿ ರಬ್ಬರ್, ರಾಳ, ಅಭ್ರಕ, ಗಾಜು ಮೊದಲಾದ ವಿದ್ಯುತ್ ಅಚಾಲಕಗಳು ಸರಿಯಾಗಿ ಉಜ್ಜಲ್ಪಟ್ಟಾಗ ಋಣ, ಇಲ್ಲವೆ ಧನ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸುತ್ತವೆ. ರಬ್ಬರ್ ದಂಡವೊಂದನ್ನು ಉಣ್ಣೆಯಿಂದ ಚೆನ್ನಾಗಿ ಉಜ್ಜಿದಾಗಲೋ, ಉಣ್ಣೆಯಿಂದ ಹಲವು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ನೆಗೆದು ರಬ್ಬರನ್ನು ಸೇರುತ್ತವೆ. ಆಗಲೋ ರಬ್ಬರಿನಲ್ಲಿ ಋಣ ಚಾರ್ಜು, ಉಣ್ಣೆಯಲ್ಲಿ ಧನಚಾರ್ಜು ಪ್ರಕಟವಾಗುತ್ತವೆ – ಅಂದರೆ, ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳಲ್ಲಿನ ಋಣ ಚಾರ್ಜನ್ನು ಕಳಕೊಂಡ ಉಣ್ಣೆಯಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರೊಟಾನುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಈಗ ಈ ರಬ್ಬರನ್ನು ಬಹಳ ಹಗುರವಾದ ಕಾಗದ, ಕೂದಲುಗಳ ಹತ್ತಿರ ತಂದಾಗ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ವಿರುದ್ಧ ಧರ್ಮದ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಪ್ರೇರಿಸಲ್ಪಟ್ಟು (Induced) ಈ ಪರಸ್ಪರ ವಿರುದ್ಧ, ಧರ್ಮದ ವಿದ್ಯುತ್‌ಚಾರ್ಜುಗಳಲ್ಲಿ ಆಕರ್ಷಣೆಯೊದಗುತ್ತವೆ. ಈ ವೈದ್ಯುತ ಪ್ರೇರಣೆಯಾದರೋ ಕಾಂತತ್ವದ ಪ್ರೇರಣೆಯನ್ನೇ ಹೋಲುತ್ತದೆ ಎಂದೂ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಹೇಳುವ ಅವಶ್ಯವಿಲ್ಲ. ನಿಮ್ಮ ಫೌಂಟನ್‌ಪೆನ್ನನ್ನು ನಿಮ್ಮ ಬಟ್ಟೆಯ ಮೇಲೆ ಚೆನ್ನಾಗಿ ಉಜ್ಜಿರಿ, ಮತ್ತು ಟಿಶ್ಯೂ ಕಾಗದದ ತುಣುಕುಗಳ ಹತ್ತಿರ ಕೊಂಡು ಹೋಗಿರಿ; ಅದು ಕೂಡಲೆ ಕಾಗದದ ತುಣುಕುಗಳನ್ನು ತನ್ನತ್ತ ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆಯೇ, ಹಣಿಗೆಯಿಂದ ತಲೆಯನ್ನು ಬಾಚಿದಾಗಲೂ, ಬಾಚಣಿಗೆಯು ಚಿಕ್ಕ ಕಾಗದದ ತುಣುಕುಗಳನ್ನು ಧೂಳಿನ ಕಣಗಳನ್ನು, ಬೆಂಡಿನ ತುಂಡುಗಳನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸಬಲ್ಲುದು. ಅನೇಕ ವೇಳೆ, ಬಾಚಣಿಗೆಯು ತನ್ನಲ್ಲಿನ ವೈದ್ಯುತಚಾರ್ಜಿನ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ಬಹಳ ಹಗುರವಾದ ತಲೆಕೂದಲನ್ನೂ ಆಕರ್ಷಿಸುವುದಿದೆ.

"ಹೀಗೆ, ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಎಂದರೆ, ವಿದ್ಯುತ್ತಟಸ್ಥವಾದ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿನ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಸ್ಥಳಾಂತರವೆಂದೇ ಅರ್ಥ".

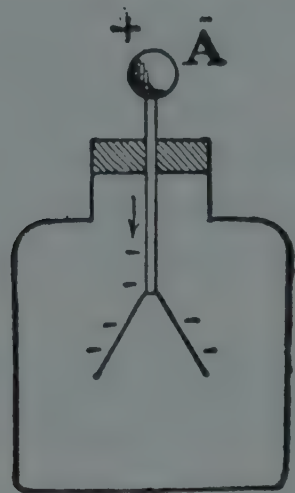
ಮೇಲಿನ ನಿದರ್ಶನದಲ್ಲಿ ರಬ್ಬರ್ ಋಣ ಚಾರ್ಜನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸುವುದಷ್ಟೆ. ಗಟ್ಟಿ ರಬ್ಬರ್ ಕೋಲಿನ ಬದಲಾಗಿ ಗಾಜನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಅದನ್ನು ರೇಶ್ಮೆವಸ್ತ್ರದಿಂದ ಉಜ್ಜಿದರೆ, ಅದರಲ್ಲಿ ಧನ ಚಾರ್ಜು ಪ್ರಕಟವಾಗುವುದು.

ಇದನ್ನು ಸುಮಾರು ಕ್ರಿ. ಪೂ. 60 ರ ಸಮಯದಲ್ಲೇ ಗ್ರೀಕರು ತಿಳಿದಿದ್ದರು. ಉಜ್ಜಲ್ಪಟ್ಟ ರಾಳವು ಇಂಥ ತುಣುಕುಗಳನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತದೆಂದು ತಿಳಿದ ಇವರು ನಿಜವಾಗಿಯೂ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಮೊತ್ತ ಮೊದಲಿನ ಅನ್ವೇಷಕರಾಗಿದ್ದರು. ರಾಳವನ್ನು ಗ್ರೀಕ್‌ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ 'ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್' ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಅದರಿಂದಲೇ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಇಂಗ್ಲಿಷಿನಲ್ಲಿ 'ಇಲೆಕ್ಟ್ರಿಸಿಟಿ' ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಯಿತು.



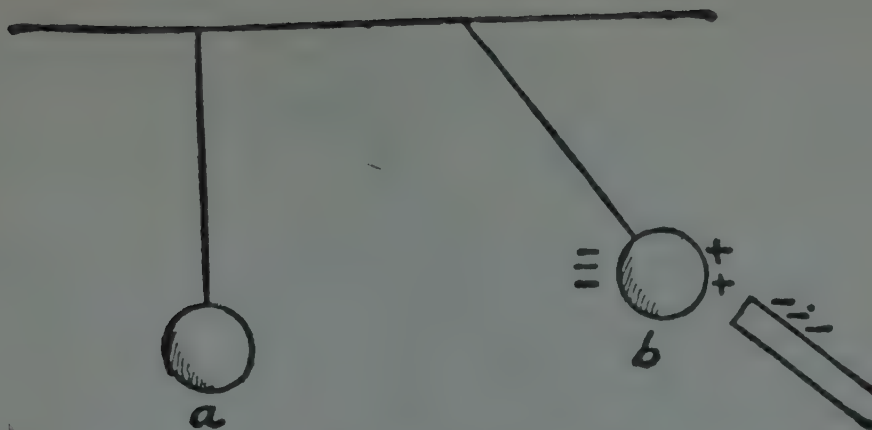
ಚಿತ್ರ 88: ಸ್ಥಾಯೀವಿದ್ಯುತ್ತಿನಿಂದ ನಿರಸನ.

ಸ್ವರ್ಣಪತ್ರ ವಿದ್ಯುದ್ದರ್ಶಕ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ತಮ್ಮ ಮೂಲಕ ಹರಿಯಗೊಡುವ ಚಾಲಕಗಳಲ್ಲಿ ಅದು ಸುಲಭವಾಗಿ ಹರಿಯುವುದು; ಅಂದರೆ, ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ವೇಗವಾಗಿ ಹರಿಯುವುವು. ಆದರೆ, ಅಪರಿಚಾಲಕಗಳಲ್ಲಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಹೀಗೆ ಹರಿಯಲಾರವು. ಚಿತ್ರ 88 ರಲ್ಲಿ ಎರಡು ತೆಳ್ಳನಾದ ಸ್ವರ್ಣಪತ್ರಗಳೊಡನೆ (Gold leaves) ಸಂಪರ್ಕವುಳ್ಳ ಒಂದು ಲೋಹದ ಗುಂಡಿಗೆ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಾರ್ಜನ್ನು ಪಡೆದ ರಬ್ಬರ್ ದಂಡವೊಂದನ್ನು ಮುಟ್ಟಿಸಲಾಗಿದೆ. ಮೊದಲು ದಂಡವನ್ನೂ, ಗುಂಡನ್ನೂ ಸಿಲ್ಕ್ ದಾರದಿಂದ ಜೋಡಿಸಿದರೆ, ಆಗ ಎಂಥ ಪರಿಣಾಮವೂ ತೋರುವು ದಿಲ್ಲ; ಕಾರಣ, ಸಿಲ್ಕ್ ಅಚಾಲಕವಿದ್ದು ಇದರ ಮೂಲಕ ಹಿಂದೆ ಹೇಳಿರುವಂತೆ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಹರಿಯ ಲಾರವು. ಸಿಲ್ಕ್‌ನ ಬದಲು ತಾಮ್ರದ ಸರಿಗೆಯಿಂದ ಗುಂಡನ್ನು ರಬ್ಬರ್ ದಂಡವನ್ನೂ ಜೋಡಿಸಿದರೆ ಆಗ ತಾಮ್ರದ ಸರಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಸುಲಭವಾಗಿ ಚಲಿಸಬಲ್ಲ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಗುಂಡಿಗೆ ಹರಿದು, ಅಲ್ಲಿಂದ ಸರಿಗೆಯ ಮೂಲಕ ಪತ್ರಗಳಿಗೆ ಹರಿದು, ಅವನ್ನು ಚಾರ್ಜು (ವಿದ್ಯುತ್‌ಸ್ಫುರಣೆ, Charge)ಗೊಳಿಸು ವುವು. ಒಂದೇ ತರದ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಪಡೆದ ಪತ್ರಗಳಾದರೋ ಪರಸ್ಪರ ನಿರಸನ (Repulsion)ದ ಕಾರಣದಿಂದ ದೂರ ಸೆಟೆದು ನಿಲ್ಲುವುವು. ಇಂಥ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯುಳ್ಳ ಉಪಕರಣವನ್ನು ಸ್ವರ್ಣಪತ್ರ ವಿದ್ಯುದ್ದರ್ಶಕವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಇದನ್ನು ಕೆಳಗೆ ಚಿತ್ರ 89ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಒಂದು ಸಪುರ ಲೋಹ ದಂಡದ ಒಂದು ತುದಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಗುಂಡು, ಕೆಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ತೆಳ್ಳನಾದ ಮತ್ತು ಅತ್ಯಂತ ಶುಷ್ಕವಾದ



ಚಿತ್ರ 89: ಸ್ವರ್ಣಪತ್ರದ ವಿದ್ಯುದ್ದರ್ಶಕ.

(ನೀರಿನ ಪಸೆಯು ಏನೇನೂ ಇಲ್ಲದಿರುವ) ಎರಡು ಸ್ವರ್ಣಪತ್ರಗಳು: ಈ ಪತ್ರಗಳನ್ನೋ ಒಂದು ಘಂಟಾಪಾತ್ರೆಯ ಒಳಗಡೆ ಇರಿಸಲಾಗಿದೆ; ಕಾರಣ, ಹೊರಗಿನ ಗಾಳಿಯಿಂದಲೋ ಇವು ಅಲುಗಬಾರದಷ್ಟೆ. ಸೆಟೆದು ನಿಂತಾಗಲೋ ಇವುಗಳ ಸೆಟೆಯುವಿಕೆಗೆ ಗಾಳಿಯು ಪೋಷಕವಾಗಲೂಬಾರದು, ಹಾನಿಕಾರಕವೂ ಆಗಬಾರದು. ಧನವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಪಡೆದ ವಸ್ತುವನ್ನು ಗುಂಡಿನ ಹತ್ತಿರ ತಂದಾಗ, ಗುಂಡಿನಲ್ಲಿ ಋಣ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರೇರಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ; ಅಲ್ಲದೆ, ಇದೇ ಋಣವಿದ್ಯುತ್ ಸರಿಗೆಯ ಆಚೆ ತುದಿ ಮತ್ತು ಪತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಧನವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನೂ ಪ್ರೇರಿಸಿ, ಪತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಏಕರೂಪದ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಸಂಚಯಗೊಳ್ಳುವ ಕಾರಣ, ಪತ್ರಗಳು ಒಂದನ್ನೊಂದು ನಿರಸನಗೊಳಿಸುವುವು, ಸೆಟೆದು ನಿಲ್ಲುವುವು. ಈಗಲೋ, ಋಣವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಪಡೆದ ಮತ್ತೊಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಗುಂಡಿನ ಹತ್ತಿರ ತಂದಾಗ, ಆಗ ವಿರುದ್ಧಸ್ವರೂಪದ ವಿದ್ಯುತ್‌ಪ್ರೇರಣೆ ಗೊಳ್ಳುವ ಕಾರಣ ಈ ಪತ್ರಗಳು ಕುಸಿಯುವುವು.ಮೊದಲಿನ ವಸ್ತುವನ್ನು ದೂರ ಕೊಂಡುಹೋದಾಗಲೂ ಪ್ರೇರಿತ ವಿದ್ಯುತ್ ಅದೃಶ್ಯವಾಗುವ ನಿಮಿತ್ತ ಆ ಸ್ವರ್ಣಪತ್ರಗಳು ಕುಸಿಯುವುವು. (Collapse).

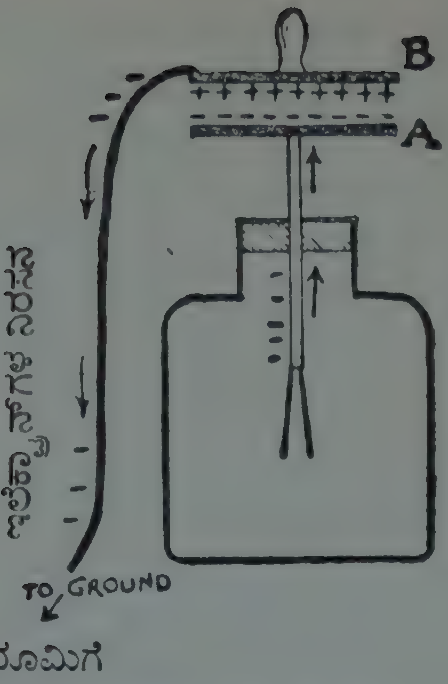


ಚಿತ್ರ 90: ವಿರುದ್ಧ ಗುಣದ ಸ್ಥಾಯೀವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಆಕರ್ಷಣೆ.

ಚಿತ್ರ 90ರಲ್ಲಿ ಹಗುರವಾದ 'ಪಿಂಗ್‌ಪೋಂಗ್' ಚೆಂಡೊಂದನ್ನು ತೂಗುಹಾಕಲಾಗಿದೆ. ಇದು ವಿದ್ಯುತ್ತಟಸ್ಥವಾಗಿದೆ. ಇದರ ಹತ್ತಿರ ಋಣವಿದ್ಯುತ್ ಚಾರ್ಜನ್ನು ಪಡೆದ ದಂಡವೊಂದನ್ನು ತಂದಾಗಲೋ (ಚಿತ್ರ 90b) ಈ ದಂಡವು ಚೆಂಡಿನ ಹತ್ತಿರದ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಧನವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನೂ, ದೂರದ ಆಚೆ ಮಗ್ಗುಲಲ್ಲಿ ಋಣ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನೂ ಪ್ರೇರಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಕಾರಣ, ದಂಡವು ತನ್ನತ್ತ ಚೆಂಡನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತದೆ. ಆಕರ್ಷಣೆಯ ಕಾರಣದಿಂದ ಇವು ಒಂದನ್ನೊಂದು ಸ್ಪರ್ಶಿಸಿದಾಗ, ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ದಂಡದಿಂದ ಚೆಂಡಿಗೆ ಹರಿದು, ಚೆಂಡು ಋಣವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತದೆ; ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಆಕೂಡಲೇ ನಿರಸನಗೊಳ್ಳುತ್ತ ದೂರ ಸೆಟೆಯುತ್ತದೆ. ಚೆಂಡು ಮತ್ತು ದಂಡಗಳ ನಡುವೆ ನೇರಾದ ಸಂಪರ್ಕವಿಲ್ಲದೆ ಹೋದರೆ ಇಂಥ ನಿರಸನವು ಕಂಡುಬರುವುದಿಲ್ಲ.

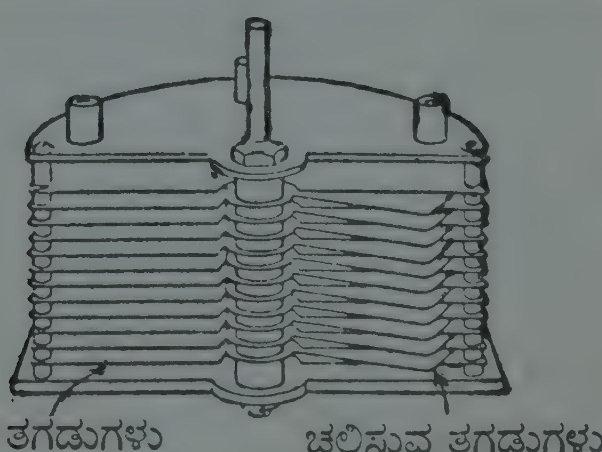
ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ವಿಸರ್ಜನೆ (Discharge) ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಉಜ್ಜಿದಾಗ, ಕಾಯಿಸಿದಾಗ, ಇಲ್ಲವೆ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಿಭಜನೆಗೊಳಿಸಿದಾಗ, ಅದರ ಮೈಯ ಹತ್ತಿರದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಸುತ್ತಲೂ ಹೊರಕ್ಕೆ ಹಾರುತ್ತವೆ. ಉತ್ತಮ ಚಾಲಕಗಳಲ್ಲಿ, ರಬ್ಬರ್‌ನಂಥ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಇವು ಹೊರಭಾಗದಲ್ಲಿ ಸಂಚಯಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಬಲ್ಬುಗಳಲ್ಲಿನ ಲೋಹತಂತುಗಳನ್ನು (Filament) ಬಿಸಿಮಾಡಿದಾಗಲೂ, ಇವುಗಳಿಂದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ನೆಗೆಯುತ್ತ, ಬಲ್ಬಿನ ಸುತ್ತಲೂ ಸೇರಿಕೊಳ್ಳುವುವು.

ಈ ಸ್ವರ್ಣಪತ್ರವಿದ್ಯುದ್ದರ್ಶಕದಲ್ಲಿ ಗುಂಡಿನ ಬದಲು ಈಚೆ ತುದಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಚಿಕ್ಕ ಹಾಗೂ ತೆಳ್ಳನಾದ ಲೋಹದ ತಗಡಿದೆ ಎನ್ನಿರಿ. ಚಿತ್ರ 91ರಲ್ಲಿ ತೋರಲಾದ ಈ ತಗಡು A ಯ ಹತ್ತಿರವಿದೆ. ಮತ್ತೊಂದು ತಗಡನ್ನು B ಯ ಹತ್ತಿರ ತರಲಾಗಿದೆ. B ಗೆ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಹಾಯಿಸಿದಾಗಲೋ ಹಿಂದೆ ಹೇಳಿದಂತೆ ಪತ್ರಗಳು ಸೆಟೆದು ನಿಲ್ಲುವುವು. ಇಷ್ಟು ಮಾತ್ರವೇ ಅಲ್ಲ; B ಯನ್ನು A ಯ ಎಷ್ಟು ಹತ್ತಿರ ತಂದೆವೋ, ಅಷ್ಟು ದೂರಕ್ಕೆ ಈ ಸ್ವರ್ಣಪತ್ರಗಳು ಸೆಟೆದು ನಿಲ್ಲಲು ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳು ಸಮೀಪವಿದ್ದಷ್ಟು ಮತ್ತು ಈ ತಗಡುಗಳ ವಿಸ್ತಾರವೂ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದಷ್ಟು ಮೊದಲನೆ ತಗಡಿನಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರೇರಿಸಲ್ಪಟ್ಟು ಸಂಚಯಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ವಿದ್ಯುತ್ಸಂಚಯಗೊಳಿಸಬಲ್ಲ ಸಾಧನವನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ಸಾಂದ್ರಕವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ (Condenser). ಈಗ ಸ್ವರ್ಣಪತ್ರ ಮತ್ತು A ತಗಡುಗಳಲ್ಲಿ ಋಣವಿದ್ಯುತ್ತು ಇದೆ ಎಂದು ಭಾವಿಸಿರಿ. ಆಗ ಎರಡನೆ ತಗಡನ್ನು ಇದರ ಹತ್ತಿರ ತಂದು ತಕ್ಕ ಸರಿಗೆಯ ಮೂಲಕ ಭೂಸಂಪರ್ಕಗೊಳಿಸಿದಾಗ (Earthing), ಈ ಎರಡನೆ ತಗಡಿನಲ್ಲಿ A ಗಿಂತ ಆಚೆ ಮಗ್ಗುಲಲ್ಲಿ ಪ್ರೇರಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳೋ ತಾವು ನಿರಸನಗೊಳಿಸಲ್ಪಟ್ಟು ಭೂಮಿಯನ್ನು ಸೇರುವುವು.



ಚಿತ್ರ 91: ವಿದ್ಯುತ್ಸಾಂದ್ರಕದ ಕಾರ್ಯ.

ಆಗ B ತಗಡಿನಲ್ಲಿ (ಎರಡನೆ ತಗಡಿನಲ್ಲಿ) ಧನವಿದ್ಯುತ್ ಉಳಿಯುವುದು. B ನ್ನು, ಮೇಲೆ ಹೇಳಿರುವಂತೆ, Aಗೆ ಎಷ್ಟು ಹತ್ತಿರ ತಂದೆವೋ ಅಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚು ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು A ಯ ತನಕ ಸ್ವರ್ಣಪತ್ರಗಳತ್ತ ಆಕರ್ಷಿಸಲ್ಪಡುತ್ತವೆ; ಕಾರಣ, B ಯಲ್ಲಿನ ಧನವಿದ್ಯುತ್ಸಂಚಯವು ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. A, B ಗಳಾದರೋ ಒಂದರೊಡನೆ ಒಂದು ನೇರ ಸಂಪರ್ಕ ಪಡೆಯಲೇ ಬಾರದು, ಇವುಗಳ ನಡುವೆ ಯಾವುದಾದರೂ ಅಪರಿಚಾಲಕ (ಕಾಗದ,ಅಭ್ರಕ, ಗಾಜುಗಳಂಥ ವೈದ್ಯುತ ಅಪರಿಚಾಲಕ)ವೂ ಇರತಕ್ಕದು. ಗಾಳಿ ಇದ್ದರೂ ಸಾಕು. ಅಂತೂ A ಯ ಮೇಲೆ ಎಷ್ಟು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿರುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನೇ ಈ ಸಾಂದ್ರಕದ ವಿದ್ಯುದ್ಧಾರಣಾಂಶವು (Capacity) ಹೊಂದಿರುವಂಥದು. ಈ ತಗಡುಗಳ ವಿಸ್ತಾರವು ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆಯೂ, ಅವವುಗಳ ನಡುವಣ ದೂರವು ಕಡಿಮೆಯಾದಂತೆಯೂ, ಸಾಂದ್ರಕದ ಧಾರಣೆಯಂಶವು ಹೆಚ್ಚುವುದು.

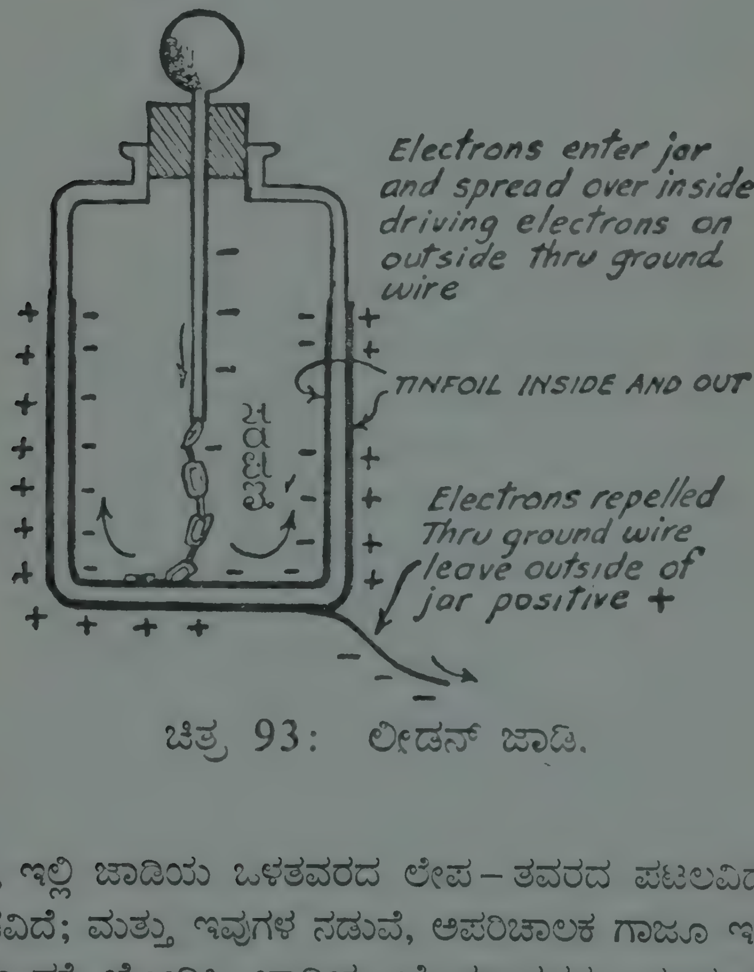


ಚಿತ್ರ 92: ರೇಡಿಯೋ ಸೆಟ್ಟುಗಳಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ಸಾಂದ್ರಕಗಳು.

ಚಿತ್ರ 92 ರಲ್ಲಿ ತೋರಲಾದ ವಿದ್ಯುತ್ಸಾಂದ್ರಕದಂಥವುಗಳನ್ನೇ ನಾವು ನಮ್ಮ ರೇಡಿಯೋ ಸೆಟ್ಟುಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಣುತ್ತೇವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸಾಲು ತಗಡುಗಳು ಸ್ಥಿರವಾಗಿದ್ದು, ಸ್ಥಿರ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ

ಪುಳ್ಳವುಗಳು. ಇನ್ನೊಂದು ಸಾಲು ತಗಡುಗಳನ್ನೋ ತಕ್ಕ ಗುಂಡಿಯೊಂದನ್ನು ತಿರುಗಿಸಿ, ಇವುಗಳ ನಡುವೆ ಬಂದು ಸೇರುವಂತೆಯೂ, ಅಲ್ಲದೆ ಅವುಗಳ ವಿಸ್ತಾರ ಹೆಚ್ಚು ಕಡಿಮೆಯಾಗುವಂತೆಯೂ ಮಾಡಬಲ್ಲೆವು. ಆಗಲೋ, ಇಂಥ ಸಾಂದ್ರಕಗಳ ಧಾರಣೆಯನ್ನು ನಾವು ತಕ್ಕಂತೆ ಹೆಚ್ಚುಕಡಿಮೆ ಮಾಡಿದಂತಾಗುತ್ತದೆ; ಈ ಧಾರಣೆಗನುಗುಣವಾಗಿಯೇ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತತರಂಗಗಳ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯೂ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಲೀಡನ್ ಜಾಡಿ ಲೀಡನ್ ಜಾಡಿಯನ್ನು ಕೆಳಗೆ ಚಿತ್ರ 93 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಗಾಜಿನ ಜಾಡಿಯಿದ್ದು ಇದರ ಹೊರ ಮತ್ತು ಒಳಮೈಗಳಿಗೆ ತವರದ ತೆಳ್ಳನಾದ ಪಟಲಗಳನ್ನು ಅಂಟಿಸಲಾಗಿದೆ. ಅಪರಿಚಾಲಕ ಮುಚ್ಚಳದ ನಡುವೆ ಒಂದು ತೆಳ್ಳನಾದ ಸರಿಗೆಯಿದ್ದು ಇದರ ಮೇಲ್ತುದಿಯಲ್ಲಿ ಚಿಕ್ಕ ಗುಂಡೊಂದು, ಕೆಳಗಡೆ ಸರಪಣಿಯೊಂದೂ ಇವೆ. ಇದು ನಿಜಕ್ಕಾದರೂ ಒಂದು ಸಾಂದ್ರಕವೇ. ಇದು ಹೇಗೆ ಕಾರ್ಯಪ್ರವೃತ್ತವಾಗುತ್ತದೆಂಬುದನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸುವ. ಚಿತ್ರ.91ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿದ

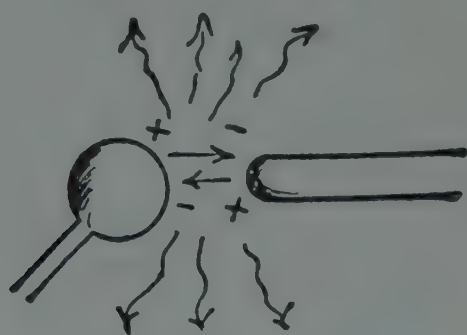


ಚಿತ್ರ 93: ಲೀಡನ್ ಜಾಡಿ.

B ತಗಡಿನ ಬದಲು, ಇಲ್ಲಿ ಜಾಡಿಯ ಒಳತವರದ ಲೇಪ – ತವರದ ಪಟಲವಿದೆ; ಹಾಗೆಯೇB ಯ ಬದಲು, ಹೊರಲೇಪವಿದೆ; ಮತ್ತು ಇವುಗಳ ನಡುವೆ, ಅಪರಿಚಾಲಕ ಗಾಜೂ ಇದೆ. ಈಗ ಗುಂಡನ್ನು ಸ್ಥಿರ ವಿದ್ಯುದ್ಯಂತ್ರವೊಂದಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸಿ, ಜಾಡಿಯ ಹೊರಭಾಗವನ್ನು ಭೂಸಂಪರ್ಕಗೊಳಿಸಿದೆ. ಆಗ ಗುಂಡು, ಸರಿಗೆ ಮತ್ತು ಸರಪಣಿಗಳ ಮೂಲಕ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಹರಿಯುತ್ತ ಜಾಡಿಯ ಒಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ಸಂಚಿತಗೊಳ್ಳುವುವು. ಇದರಿಂದಲೋ, ಜಾಡಿಯ ಹೊರಭಾಗದಲ್ಲಿನ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳೆಲ್ಲ ಭೂಮಿಗೆ ಧಾವಿಸಿ, ಅಲ್ಲಿ ಧನವಿದ್ಯುತ್‌ಸಂಚಯಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ಧನವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಪರಿಮಾಣವಾದರೋ ಅವಶ್ಯವಾಗಿಯೂ ಒಳಭಾಗಕ್ಕೆ ನಾವು ಸೇರಿಸಿದ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನೇ ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಬೇರೆಹೇಳುವ ಅವಶ್ಯವಿಲ್ಲ. ತವರದ ಲೇಪಗಳ ವಿಸ್ತಾರವೂ ಸಾಕಷ್ಟು ಅಧಿಕವೇ ಇದೆ, ಮತ್ತು ಗಾಜಿನ ದಪ್ಪವೂ ಬಹಳ ಕಮ್ಮಿ ಇದ್ದು ಈ ಸಾಂದ್ರಕದ ವಿದ್ಯುದ್ಧಾರಣಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ಬಹಳ ಹೆಚ್ಚಿರುತ್ತದೆ ಎನ್ನಬೇಕು. ಯಾವುದಾದರೂ ಹಂಚಿಕೆಯಿಂದ ತವರದ ಲೇಪಗಳ ವಿಸ್ತಾರವನ್ನು ಅವಶ್ಯವಿದ್ದಂತೆ ಹೆಚ್ಚು ಕಡಿಮೆ

ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ನಾವು ಶಕ್ತರಾದರೆ, ಆಗ ಚಿತ್ರ 92 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂಥ ಪರಿವರ್ತನಶೀಲ ಸಾಂದ್ರಕವನ್ನೂ ರಚಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

ಈಗ ಈ ಲೀಡನ್ ಜಾಡಿಯಲ್ಲಿ ಅಧಿಕ ಪರಿಮಾಣದ ಋಣ ಚಾರ್ಜು ಸಂಚಿತವಾಗಿದೆ ಎನ್ನಿರಿ. ಆಗ ಇದರ ಗುಂಡಿನ ಹತ್ತಿರ ಇನ್ನಾವುದಾದರೂ ಲೋಹದ ಸರಳನ್ನು ತಂದರೆ, ಸರಳಿನ ಹತ್ತಿರ ತುದಿಯಲ್ಲಿ ವಿರುದ್ಧ ಲಕ್ಷಣದ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಪ್ರೇರಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಗುಂಡಿನಿಂದ ಚಿತ್ರ 94ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳೂ ಹಾರುತ್ತವೆ; ಹಾರುತ್ತ, ಆ ತುದಿಯಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಕಲೆತು,



ಚಿತ್ರ 94: ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ಜಿಗಿತ.

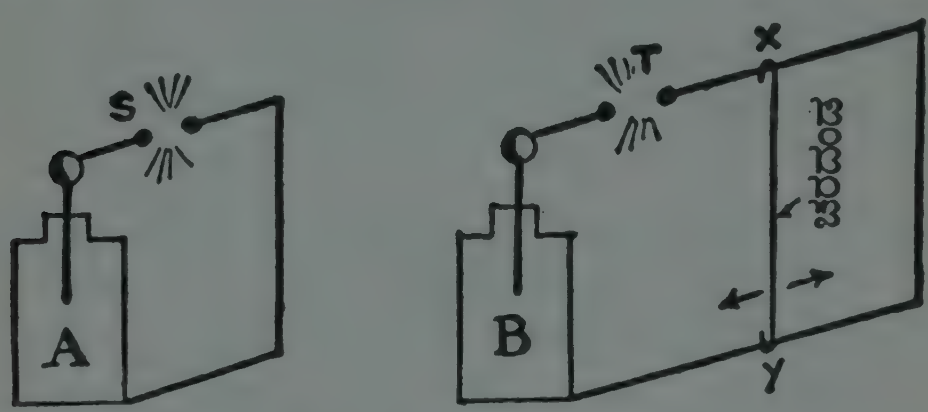
ಆ ತುದಿಯು ಋಣ ಚಾರ್ಜನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತದೆ; ಗುಂಡಿನೊಡನೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿಯೂ ಇದು ಋಣವಾಗಿದ್ದು ತನ್ನಲ್ಲಿನ ಅಧಿಕ ಸಂಚಯದ ಕಾರಣ ಪುನಃ ಹಿಂದೆ, ಅಂದರೆ, ಗುಂಡಿಗೇ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಹಾರಲಾರಂಭಿಸಲೂ ಬಹುದು. ಹೀಗೆ ಗುಂಡಿನಿಂದ ಸರಳಿನ ಹತ್ತಿರದ ತುದಿಗೂ, ಸರಳಿನ ತುದಿಯಿಂದ ಗುಂಡಿಗೂ ವಿದ್ಯುತ್ ಚಾರ್ಜುಗಳು ಹಾರಲಾರಂಭಿಸಿ, ಇವುಗಳ ನಡುವೆ, ವಿದ್ಯುತ್ ಕಿಡಿಗಳ ಹಾರಾಟ (Spark) ಕಾಣಬಹುದು. ಇದೇನೋ ಕ್ಷಣಿಕವೆಂದು ಕಂಡರೂ ಇದರಲ್ಲಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಅತ್ತಿಂದಿತ್ತ ಇತ್ತಿಂದತ್ತ ಹಾರಾಟಗಳು – ಇಂಥ ಸ್ಪಂದನೆಗಳು ಅನೇಕ ಬಾರಿ ಜರಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದೊಂದು ಆವರ್ತಶೀಲ ಕ್ರಿಯೆಯೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಲೋಹಗಳಲ್ಲಾದರೋ ವೈದ್ಯುತ ನಿರೋಧವಿರುವ ಕಾರಣ, ತುಸುವೇ ಸಮಯದಲ್ಲಿ, ಈ ಹಾರಾಟವು ನಿಂತುಬಿಡುತ್ತದೆ.

ಆದರೂ ಈ ಆವರ್ತಶೀಲ ವಿದ್ಯುತ್‌ಸ್ಪಾರ್ಕುಗಳೋ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತತರಂಗಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಕೈ ಚಪ್ಪಾಳೆ ಹೊಡೆಯುವಾಗ ಕೈಗಳ ನಡುವಣ ಗಾಳಿ ಚಲನಶೀಲವಾಗುವುದಿಲ್ಲವೆ? ಹಾಗೆಯೇ ಸ್ಪಾರ್ಕು ಹಾರುತ್ತಲಿರುವಾಗ ಸುತ್ತಲಿನ ಗಾಳಿಯು ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿಯೇ ಎಂಬಂತೆ, ಅವ್ಯವಸ್ಥಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಆಗ ಉಂಟಾದ ಶಬ್ದವು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಸೆಕುಂಡು ಒಂದರ 1130 ಅಡಿ ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿ ಸೆಕುಂಡಿಗೂ ನೀವು 1,000 ಬಾರಿ ಚಪ್ಪಾಳೆ ಬಾರಿಸಬಲ್ಲಿರಾದರೆ, ಸೆಕುಂಡು ಒಂದರ 1,000 ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯ ಸದ್ದು ಸುತ್ತಲೂ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ 1130 ಅಡಿ/ಸೆಕುಂಡು ವೇಗದಿಂದ ಸಂಚರಿಸುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆಯೇ ಸ್ಪಾರ್ಕಿನಿಂದ ಸ್ಫುರಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳಾದರೋ ಕ್ಷಣ ಒಂದರ 1,000,000 ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯವುಗಳಿದ್ದು 1,86,000 ಮೈ / ಸೆಕುಂಡು ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ. ಮೊದಲು ಹೇಳಿದ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯಾದರೋ ಲೀಡನ್ ಜಾಡಿಯ ಧಾರಣಾಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನೇ ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಈ ವೈದ್ಯುತ ಧಾರಣೆಯು ಕಡಿಮೆ ಇದ್ದರೆ, ತರಂಗಗಳ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯೂ ಹೆಚ್ಚು; ಧಾರಣೆಯು ಹೆಚ್ಚಿದ್ದಂತೆ ತರಂಗಗಳ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯೂ ಕಡಿಮೆ.

ಹಿಂದೆ ಹೇಳಿದಂತೆ, ಲೀಡನ್ ಜಾಡಿಯ ಧಾರಣಾಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಹೆಚ್ಚುಕಡಿಮೆ ಮಾಡಬಲ್ಲೆವಾದರೆ, ಆಗ ಇದೇ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಿಂದ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತತರಂಗಗಳ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯು

ಹೆಚ್ಚು, ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ಪರಿವರ್ತನಶೀಲ ಸಾಂದ್ರಕಗಳೇ ನಮ್ಮ ರೇಡಿಯೋಗಳಲ್ಲಿವೆ. 570 ಎಂಬ ಸಂಖ್ಯೆಯಿಂದ ಗುರುತಿಸಲಾದ ಕನಿಷ್ಟ ಆವೃತ್ತಿಯ ತರಂಗಗಳ ಗ್ರಹಣದ ವೇಳೆ ಪರಿವರ್ತನ ಶೀಲ ಸಾಂದ್ರಕದ ಚಲನಶೀಲ ತಗಡಿನ ಅತ್ಯಧಿಕ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ ಭಾಗವು ಸ್ಥಿರ ತಗಡಿಗೆ ಸಮೀಪವಿರುತ್ತದೆ. 1600 ಎಂಬ ಗರಿಷ್ಟ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯ ತರಂಗಗಳ ಗ್ರಹಣದ ವೇಳೆ, ಚರಶೀಲ ಪಟಲದ ಕನಿಷ್ಟ ಭಾಗವು, ಸ್ಥಿರಪಟಲದ ಹತ್ತಿರವಿರುತ್ತದೆ.

ವೈದ್ಯುತ ಅನುನಾದ ಹಿಂದಿನ ಶಬ್ದಪ್ರಕರಣದಲ್ಲಿ ಶಬ್ದಗಳ ಅನುನಾದವನ್ನು ಕುರಿತು ನಾಲ್ಕು ಮಾತುಗಳನ್ನು ಹೇಳಿದ್ದೇವೆಯಷ್ಟೆ. 288 ರ ಎರಡು ಶ್ರುತಿಕವಲುಗಳನ್ನು ಸಮೀಪವಿರಿಸಿ, ಒಂದನ್ನು ಸ್ಪಂದನಗೊಳಿಸಿದ ತುಸು ಹೊತ್ತಿನಲ್ಲೇ, ಮತ್ತೊಂದು ಇದರೊಡನೆ ದನಿಗೂಡಿಸುವ ವಿಚಿತ್ರವನ್ನು ನಾವು ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿರುವೆವು. ಇಂಥ ಅನುನಾದವ್ರೋ ವೈದ್ಯುತ, ಆವರ್ತಶೀಲ ಮಂಡಲಗಳಲ್ಲೂ (ಪರಿಪಥ, Circuit) ನಾವು ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಚಿತ್ರ 95 ರಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 2 ಅಡಿಗಳಷ್ಟು ಅಂತರದಲ್ಲಿ



ಚಿತ್ರ 95: ವೈದ್ಯುತ ಅನುನಾದ.

A ಮತ್ತು B ಎಂಬ ಎರಡು ಲೀಡನ್ ಜಾಡಿಗಳನ್ನಿರಿಸಲಾಗಿದ್ದು ಇವುಗಳಲ್ಲಿ B ಗೆ ಒಂದು ದಪ್ಪನಾದ ಸರಿಗೆಯ ಆಯತಾಕಾರದ ಚಾಲಕದ ಮಂಡಲವನ್ನೊದಗಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಗಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ T ಯು ವಿದ್ಯುತ್ ಕಿಡಿಗಳ ಹಾರಾಟದ ಅಂತರ (Spark gap)ವಾಗಿದೆ. ಅಲ್ಲದೆ XY ಎಂಬ ಚಿಕ್ಕ ಸರಳನ್ನು ದಪ್ಪ ಸರಿಗೆಯ ಶಾಖೆಗಳ ನಡುವೆ ಅತ್ತಿತ್ತ ಚಲಿಸಿ ಈ ಮಂಡಲದಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಲೂ ಬರುತ್ತದೆ. A ಜಾಡಿಯಲ್ಲೂ ಇಂಥದೇ ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲವನ್ನು ರಚಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಗಿದೆ, ಆದರೆ ಇದರಲ್ಲಿ XY ಸರಳಿರುವುದಿಲ್ಲ ಮತ್ತು ಇಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ಕಿಡಿಗಳ ಹಾರಾಟದ ಅಂತರವೂ S ಆಗಿರುತ್ತದೆ. S ನಲ್ಲಿ ಕಿಡಿಗಳ ಹಾರಾಟವನ್ನು ಒದಗಿಸಿಕೊಂಡು, XY ನ್ನು ಮುಂದೆ, ಹಿಂದೆ ಸರಿಯುವಂತೆ ಮಾಡಿದಾಗ ಒಮ್ಮೆ T ಯು ಮೂಲಕ, ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರೇರಕ ಸುರುಳಿಯ ತುದಿಗಳೊಂದಿಗೆ ಇದನ್ನು ಜೋಡಿಸದಿದ್ದರೂ, ಕಿಡಿಗಳು ಈ ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಹಾರುವುದನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು. ಆದರೆ, S ನಲ್ಲಿ ಗೋಚರಿಸುವ ತರಂಗಗಳ ಅನುನಾದವು T ಯಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂಡಾಗ ಮಾತ್ರ, T ಯಲ್ಲಿ ಕಿಡಿಗಳು ಹಾರುವುವು. ಅಥವಾ S ಮತ್ತು T ಗಳೆರಡರ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಗಳು ಸಮಾನಗಳಿರುವಾಗಲಷ್ಟೇ ಒಂದು ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಕಿಡಿ ಹಾರುವಾಗ, ಮತ್ತೊಂದರಲ್ಲೂ ಇಂಥ ಹಾರಾಟಕ್ಕೆ ನೇರ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಿಲ್ಲದಿದ್ದರೂ, ಕಿಡಿಗಳು ಹಾರುವುವು.

ಇದರ ಬದಲು, A ಮತ್ತು B ಜಾಡಿಗಳ ವೈದ್ಯುತ ಮಂಡಲಗಳೆರಡನ್ನೂ ಏಕಪ್ರಕಾರವಾಗಿರಿಸಿ, ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಸರ್ವ ವಿಧದಲ್ಲೂ ಏಕಪ್ರಕಾರವೇ ಆಗಿರುವಂತೆ ರಚಿಸಿಕೊಂಡು, A ಯಲ್ಲಿನ ಸಾಂದ್ರ ತಾಧಾರಣೆಯನ್ನು ತಕ್ಕಂತೆ ಬದಲಾಯಿಸಿಯೂ, ಇಂಥ ವೈದ್ಯುತ ಅನುನಾದವನ್ನು ನಾವು ಪಡೆಯ

ಬಹುದು. ಆಗಲಾದರೋ, A ಮತ್ತು B ಗಳೆರಡರ ಸಾಂದ್ರಕಧಾರಣಾಸಾಮರ್ಥ್ಯಗಳೂ ಪರಸ್ಪರ ಸಮವಿರುತ್ತವೆ; ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದರಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯು, ಮತ್ತೊಂದರಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತತರಂಗಗಳ ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಬೇರೆ ಹೇಳಬೇಕಿಲ್ಲ.

ಒಂದೇ ಸೈಜಿನ ಮತ್ತು ಸರ್ವಸಮ ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲಗಳಿರುವ, ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಧಾರಣಾಸಾಮರ್ಥ್ಯ ವಿರುವ ಹತ್ತೋ ಹನ್ನೆರಡೋ ಲೀಡನ್ ಜಾಡಿಗಳಿವೆ ಎನ್ನಿರಿ. ಆಗ ಇವುಗಳ ಹತ್ತಿರವೇ ಇರಿಸಲಾದ A ಎಂಬ ಜಾಡಿಯನ್ನೂ, ಅದರ ಧಾರಣಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತ, ಪ್ರತಿ ಲೀಡನ್ ಜಾಡಿ ಯೊಡನೆ ಸಮಗೊಳಿಸುತ್ತ ಇಂಥ ಅನುನಾದವನ್ನು ತೋರಬಹುದು. ಈ ಬಗ್ಗೆ, ಪ್ರತಿ ಬಾರಿಯೂ ತಕ್ಕಂತೆ Aಯ ಧಾರಣಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಬೇಕೆಂದು ಎನ್ನುವುದು ಸಿದ್ಧವೇ.

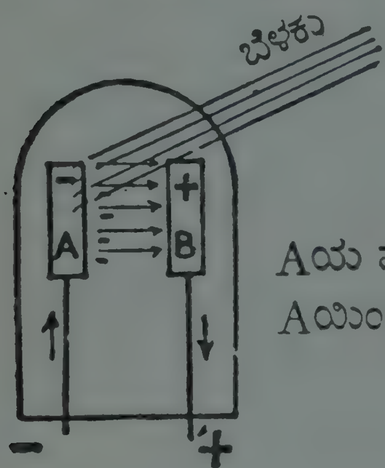
ಈ ಹತ್ತು ಹನ್ನೆರಡು ಜಾಡಿಗಳು, ಹತ್ತು ಹನ್ನೆರಡು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ರೇಡಿಯೋ ಸ್ಟೇಶನ್‌ಗಳಂತಿದ್ದು, A ಜಾಡಿಯು ನಿಮ್ಮ ರೇಡಿಯೋ ಸೆಟ್ಟಿನಂತಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ತರಂಗಗಳ ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಯಾವ ಸ್ಟೇಶನಿನಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ತರಂಗಗಳೊಡನೆ ಅನುನಾದವನ್ನು ತೋರುತ್ತದೆಯೋ ಆಗ ಆ ಸ್ಟೇಶನಿನ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಗ್ರಹಿಸಿ ಶಬ್ದವನ್ನು ಮಾರ್ಪಡಿಸುತ್ತದೆ.

ಆದರೇನು? ಲೀಡನ್ ಜಾಡಿಗಳಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ರೇಡಿಯೋ–ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತತರಂಗಗಳ– ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯು 1,000,000 – 10,000,000ಗಳ ನಡುವೆ ಇದೆ ಎಂದೆವಷ್ಟೆ. ಇಂಥ ಅಪಾರ ಸಂಖ್ಯೆಯ ತರಂಗಗಳನ್ನು ರೇಡಿಯೋ ಸ್ಟೇಶನುಗಳು ಉತ್ಪಾದಿಸುವುದೂ ಇಲ್ಲ. ನಮ್ಮ ರೇಡಿಯೋ ಸೆಟ್ಟುಗಳೂ ಗ್ರಹಿಸುವುದೂ ಇಲ್ಲ. ಇವುಗಳ ಬದಲು, ಕಮ್ಮಿ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಆವರ್ತಶೀಲ, ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ, ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಸಾಂದ್ರಕಗಳ ಧಾರಣಾಸಾಮರ್ಥ್ಯ ವನ್ನು ಹೆಚ್ಚುಕಡಿಮೆಮಾಡುತ್ತ, ತರಂಗಗಳ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಸ್ತಿಮಿತಗೊಳಿಸಬಹುದು.

ನಿರ್ವಾತ ನಳಿಗೆಗಳಲ್ಲಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ವರ್ತನೆ-ಪ್ರಭಾ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶ ಸತು, ಪೊಟೇಶಿಯಂ, ಮತ್ತು ಸೋಡಿಯಂ ಹಾಗೂ ಇವುಗಳ ಓಕ್ಸೈಡುಗಳು ಬೆಳಕಿನಿಂದ ಪರಿಣತವಾಗು ತ್ತವೆ. ಚೆನ್ನಾಗಿ ಪಾಲಿಶ್ ಮಾಡಿದ ಸತುವಿನ ತಗಡಿಗೆ ಋಣವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಹಾಯಿಸಿ, ಇದನ್ನು ಸ್ವರ್ಣಪತ್ರ ವಿದ್ಯುದ್ದರ್ಶಕಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸಿದರೆ, ಆಗ ಸ್ವರ್ಣಪತ್ರಗಳ ತನಕ ಹರಿಯುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಅವೆರಡರಲ್ಲೂ ಋಣ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಸಂಚಯುಗೊಳಿಸಿ, ಇವು ಪರಸ್ಪರ ಸೆಟೆಯುವಂತೆ ಮಾಡುವುವು. ಆಗ ಬೆಳಕಿನ ಕಂಬಿ ಯೊಂದನ್ನು ಈ ಸತುವಿನ ತಗಡಿನ ಮೇಲೆ ಬೀಳಗೊಡಿಸಿದರೆ, ಸ್ವರ್ಣಪತ್ರಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಹತ್ತಿರ ಬರುತ್ತವೆ; ಅಂದರೆ, ಇವುಗಳಿಂದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ತಳ್ಳಲ್ಪಟ್ಟು ಇದು ಧನ ಚಾರ್ಜನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತದೆ ಎಂಬರ್ಥ ಕಲ್ಪನೆಗೆ ಅವಕಾಶವಾಗುತ್ತದೆ; ಅಲ್ಲದೆ, ಬೆಳಕಿನ ತೀವ್ರತೆಯು ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆಯೂ ಹೆಚ್ಚು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾ ನುಗಳು ತಳ್ಳಲ್ಪಡುತ್ತವೆ. ಇದು ಏಕೆ? ಹೇಗೆ? ಎಂಬುದನ್ನಾದರೋ ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರವು ವಿವರಿಸಲಶಕ್ತವಾಗಲಿಲ್ಲ. ಕ್ವಾಂಟಂ ವಾದವು (Quantum Theory) ಮಾತ್ರ ಇದನ್ನು ವಿವರಿಸಿದೆ. ಬೆಳಕು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳ ಸಮೂಹವಷ್ಟೆ. ಇವು ಸತುವಿನ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದಾಗ, ಅದರ ಹೊರಗಿನ ವಲಯಗಳಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಲಿರುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಹೊರಕ್ಕೆ ತಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಕಾಲ್ದಾರಿಯಲ್ಲಿ ತುಂಬಾ ಚಿಕ್ಕ ಪುಟ್ಟ ಕಲ್ಲುಗಳಿವೆ ಎನ್ನಿರಿ. ಇವುಗಳ ಮೇಲೆ ನೀರನ್ನು ಸಾಕಷ್ಟು ಅಗಲದ ಕೊಳವೆಯ ಮೂಲಕ ಚೆಲ್ಲಗೊಟ್ಟಾಗ, ಚಿಕ್ಕಪುಟ್ಟ ಕಲ್ಲುಗಳು ಸುಲಭವಾಗಿ ತಳ್ಳಲ್ಪಡುತ್ತವೆಯಷ್ಟೆ. ಇದನ್ನೇ ಸತುವಿನ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ತಳ್ಳುವಿಕೆಯೂ ಹೋಲುತ್ತದೆ ಎಂದರೆ ತಪ್ಪಿಲ್ಲ.

ಸತುವಿನ ತಗಡನ್ನು ಮೊದಲು ಧನಾತ್ಮಕವಾಗಿ ವಿದ್ಯುತ್ಸಂಚಿತಗೊಳಿಸಿದರೆ, ಆಗಲೋ ಇದರಲ್ಲಿ ಇರುವ ಧನಚಾರ್ಜುಗಳು, ಸೃಜಿಸಲ್ಪಡುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಲ್ಲಿ ಋಣ ಚಾರ್ಜುಗಳಿರುವ ಕಾರಣ, ಅವನ್ನೆಲ್ಲ ಆಕರ್ಷಿಸಿಬಿಡುತ್ತವೆ. ವಿಶೇಷ ಪರಿಣಾಮವೇನೂ ಕಂಡುಬರುವುದಿಲ್ಲ.

ಚಿತ್ರ 96 ರಲ್ಲಿ ಒಂದು ನಿರ್ವಾತನಳಿಗೆಯೊಳಗೆ (Vacuum tube) Aಯು ಸತು ಇಲ್ಲವೆ ಇನ್ನಿತರ ಅಂಥ ಧಾತುವಿನ ತಗಡು. ಇದನ್ನು ಒಂದು ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶದ ಋಣಧ್ರುವಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸಿ B ಎಂಬ ಇನ್ನೊಂದು ಚಾಲಕ ತಗಡಿನ ಹತ್ತಿರ ತಂದಿಡಲಾಗಿದೆ. ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರಬಲವಾದ ಕಂಬಿಯೊಂದನ್ನು, A ಯ ಮೇಲೆ ಬೀಳಗೊಡಿಸಿದರೆ, ಆಗ ಈ ಹಿಂದೆ ಹೇಳಿರುವಂತೆ, ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು A ಯಿಂದ ನಿರಸನ ಗೊಂಡು B ಗೆ ಹರಿಯುವುವು; ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲವೂ ಪೂರ್ತಿಗೊಳ್ಳುವುದು. B ನ್ನು ಧನವಿದ್ಯುತ್ ಧ್ರುವಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸಿದರಂತೂ, ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ವೇಗವು ಹೆಚ್ಚುತ್ತ, ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಇಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ,ಬೆಳಕಿನ ಕಂಬಿಯ ತೀವ್ರತೆಯು ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆಯೂ, ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಪ್ರವಾಹವೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ.

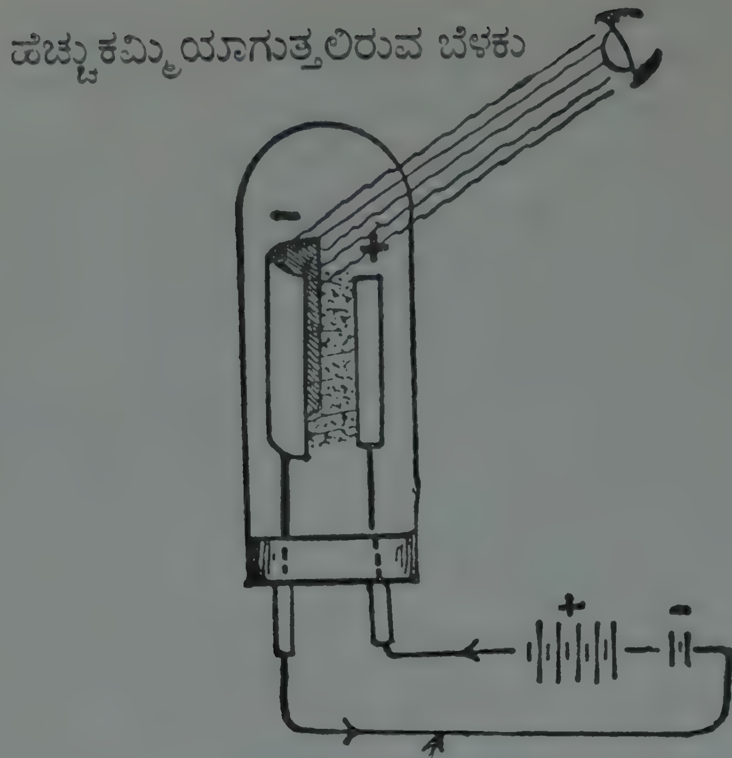


Aಯ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದ ಬೆಳಕಿಗನುಗುಣವಾಗಿ
Aಯಿಂದ Bಗೆ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಚಲಿಸುತ್ತವೆ.

ಚಿತ್ರ 96: ಪ್ರಭಾವಿದ್ಯುತ್ಕಾರ್ಯ

ಚಿತ್ರ 97ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಭಾವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶವೊಂದನ್ನು ಚಿತ್ರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿನ ನಿರ್ವಾತನಳಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಪೊಟೇಶಿಯಂ ಇಲ್ಲವೆ ಸೀಶಿಯಂನ ಋಣವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಹಾಯಿಸಲಾಗುವ ತಗಡು – ಕೆಥೋಡ್ (Cathode) ಇದೆ. ಇದರ ಹತ್ತಿರವೇ ಧನ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಪಡೆಯುವ ತಗಡು B ಯೂ ಇದ್ದು Aಯ ಮೇಲೆ ಮಾತ್ರ ಬೆಳಕು ಬೀಳುವ ಅವಕಾಶವಿದೆ. ಹೀಗೆ, Aಮತ್ತು B ಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನೇ ಹೊಂದಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಹೆಚ್ಚುಕಮ್ಮಿಯಾಗುವಂಥದು. ಇದನ್ನು ಪ್ರಭಾವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶ (Photo electric cell) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಇಪ್ಪತ್ತನೆಯ ಶತ ಮಾನದ ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರಭಾವಪೂರ್ಣವಾದ ಶೋಧಗಳಲ್ಲಿ ಇದೊಂದು ಎಂದರೆ ಉತ್ಪ್ರೇಕ್ಷೆ ಏನೇನೂ ಇಲ್ಲ. ಮಾತಾಡುವ ಚಿತ್ರಗಳು, ಟೆಲಿವಿಶನ್‌ಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲ ಇದು ಅನಿವಾರ್ಯವೇ ಆಗಿದೆ. ಹೊರ ತೋರಿಕೆಗೇನೋ ಇದು ಸಾಮಾನ್ಯ ಬಲ್ಬನ್ನೇ ಹೋಲುವುದು; ಬಲ್ಬಿನಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ, ಪ್ರಕಾಶ ವನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತೇವೆ; ಆದರೆ, ಪ್ರಭಾವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶದಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಾಶವನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ ವನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತೇವೆ. ಹೀಗೆ ಒಂದರ ಕ್ರಿಯೆಯು ಮತ್ತೊಂದರ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಸರಿ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿದೆ.

ತನ್ನಂತೆಯೇ ಗೇಟುಗಳನ್ನು, ಬಾಗಿಲುಗಳನ್ನು ತೆಗೆಯಬಲ್ಲ ಸಾಧನಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಭಾವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶವೇ ಉಪಯುಕ್ತವಾಗಿದೆ. ಬೆಳಕು ಬಂದು ಒಂದು ಅಂಥ ಕೋಶದ ಮೇಲೆ ಬೀಳುತ್ತಲಿದೆ. ನೀವು ಬಾಗಿಲಿನ ಇದಿರಿಗೆ ಬಂದಾಗ, ಬೆಳಕು ತಡೆಯಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ನಿರೋಧಿಸಲ್ಪಟ್ಟು, ಇಂಥ ನಿರೋ ಧವು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತವೊಂದರ ಕಾಂತತ್ವವನ್ನು ಕಳೆದು, ಬಾಗಿಲನ್ನು ತೆರೆಯುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಬಾಗಿ



ಬೆಳಕಿನ ತೀವ್ರತೆಗನುಗುಣವಾಗಿ ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲದಲ್ಲಿನ
ಪ್ರವಾಹ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ.

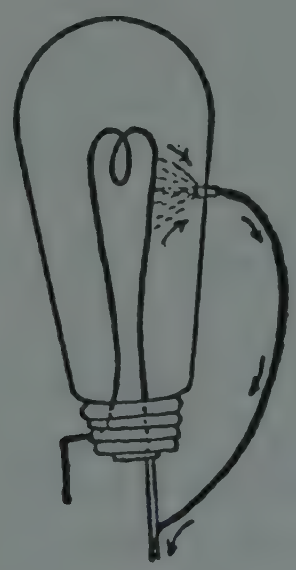
ಚಿತ್ರ 97: ಪ್ರಭಾವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶ.

ಲನ್ನು ದಾಟಿ ನೀವು ಒಳಹೊಕ್ಕೊಡನೆ, ಪುನಃ ಬೆಳಕು ಅದರ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದು, ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲವು ಪೂರ್ತಿಗೊಂಡು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತದಲ್ಲಿ ಕಾಂತತ್ವವು ಪ್ರೇರಣೆಗೊಂಡು, ಇದು ಬಾಗಿಲನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸಿ ಮುಚ್ಚುತ್ತದೆ.

ಹೀಗೆಯೇ ಹಣವನ್ನಿಡಲಾಗುವ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಗಳಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಪ್ರಭಾವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳಿವೆ. ಇವೆಲ್ಲವೂ ಸೇರಿ ಒಂದು ಗೋಡೆಯಂಥ ರಚನೆಯೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಇದರ ಇದಿರು ಯಾವನಾದರೂ ಹಾದು ನಿಂತಾಗ, ಒಂದಲ್ಲ ಒಂದು ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶದೊಳಗೆ, ಬೆಳಕು ಪ್ರವೇಶಿಸಲಾರದು. ಫಲವಾಗಿ, ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲವೊಂದು ಮುರಿದಂತಾಗಿ, ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ಗಂಟೆಯು ಬಾರಿಸುತ್ತ ಎಚ್ಚರವನ್ನೀಯುತ್ತದೆ. ಬೆಳಕಿನ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನಳೆಯುವ ಸಾಧನಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಭಾವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶವು ಪ್ರಧಾನ ಅಂಗ. ಬಟ್ಟೆಮಿಲ್ಲುಗಳಲ್ಲಿನ ಅನೇಕ ಯಂತ್ರಗಳ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಇಂಥ ಕೋಶಗಳೇ ನಡೆಸುತ್ತವೆ, ನಿಯಂತ್ರಿಸುತ್ತವೆ. ಥಿಯೇಟರುಗಳಿಗೆ ಪ್ರವೇಶ ಪಡೆಯುವ ಜನಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಇಂಥ ಕೋಶಗಳು, ಲೆಕ್ಕಿಸಬಲ್ಲುವು. ನೀರನ್ನೊದಗಿಸುವ ನಳ್ಳಿಯ ಇದಿರು ಬಗ್ಗಿದಾಗ, ನಳ್ಳಿಯನ್ನು ತೆರೆದು ಪುನಃ ನೆಟ್ಟಗೆ ನಿಂತರೆ, ನಳ್ಳಿಯು ಮುಚ್ಚಿಬಿಡುವ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲೂ ಇಂಥ ಪ್ರಭಾವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳೇ ಕಾರ್ಯವನ್ನೆಸಗುತ್ತವೆ. ನಳ್ಳಿಗಳ ಕವಾಟಗಳನ್ನು ಇವು ತೆರೆಯುತ್ತವೆ, ಮುಚ್ಚುತ್ತವೆ. ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ, ಇಲ್ಲವೆ ಬಣ್ಣದಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವುಳ್ಳ ಸಿಗಾರುಗಳನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸುವ ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಪ್ರಭಾವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳೇ ಕಾರ್ಯವನ್ನೆಸಗುತ್ತವೆ. ಮನುಷ್ಯನ ಕಣ್ಣು ನೋಡುವಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಇದು ತನ್ನ ಕಾರ್ಯದಿಂದ ಉಪಕಾರವೆಸಗಬಹುದು; ಕಣ್ಣು ನೋಡಬಲ್ಲ ಬೆಳಕನ್ನಲ್ಲದೆ ಇನ್ನಿತರ ಅತಿನೇರಳೆ ಮೊದಲಾದ ಬಣ್ಣಗಳ ಬೆಳಕನ್ನೂ ಇದು ಸಮ್ಯಕ್ ಈಕ್ಷಿಸಬಲ್ಲುದು. ಕಣ್ಣುಗಳಂತೆ

ಇದೇನೂ ಆಯಾಸಗೊಳ್ಳುವಂಥದಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದಲೇ ಇದನ್ನು ಎಲ್ಲಿಯೂ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು, ಎಷ್ಟು ಕಾಲವೂ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು.

ರೇಡಿಯೋ ನಿರ್ವಾತ ನಳಿಗೆ (Radio Vacuum Tube) ತಾಪದೀಪ್ತಿಕಾರಕ (Incandescent) ಬಲ್ಬನ್ನು ಎಡಿಸನ್ ಕಂಡುಹಿಡಿದನಷ್ಟೆ. ಇದರ ಕೆಲವು ಸಮಯದಲ್ಲೇ ಆಕಸ್ಮಿಕವಾಗಿ ಈತನು ಇನ್ನೊಂದು ವಿಚಾರವನ್ನೂ ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಇದೇ ಬುರುಡೆಯಲ್ಲಿರಿಸಲಾದ–ಬೆಸೆಯಲಾದ ಮತ್ತೊಂದು ಸರಿಗೆಯನ್ನು ತಂತು(filament)ವಿನೊಡನೆ ಜೋಡಿಸಿದಾಗ, ಈ ಸರಿಗೆಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರ 98 ನ್ನು ನೋಡಿರಿ. ಇದನ್ನು 'ಎಡಿಸನ್ ಪರಿಣಾಮ'ವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಆದರೆ, ಎಡಿಸನ್ನನಾದರೋ ಈ ಪರಿಣಾಮವು ಬಹಳ ಉಪಯುಕ್ತವಾಗಬಲ್ಲುದು, ಇನ್ನೂ ಅನೇಕ ಗೌಣ ಉಪಯೋಗಗಳನ್ನು ದೊರಕಿಸಬಲ್ಲುದು, ಎಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿದಿರಲಾರ. ನಿಜಕ್ಕಾದರೂ ಬುರುಡೆಯೊಳಗಿನ ತಂತುವು ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದಿಂದ ಬಿಸಿಯಾದಾಗ, ಅಲ್ಲಿಂದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ನೆಗೆದು ಸರಿಗೆಗೆ ಪ್ರವೇಶ ಪಡೆದುವು. ಇದನ್ನು ಎಡಿಸನ್ ಅರಿತಂತಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಮುಂದೆ ಡಾ ಫಾರೆಸ್ಟ್ (De Forest) ಇಂಥ ಸರಿಗೆ ಮತ್ತು ತಂತುಗಳ ನಡುವೆ ಗ್ರಿಡ್ (Grid) ಒಂದನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಆಧುನಿಕ ರೇಡಿಯೋ ನಳಿಗೆಯನ್ನು ರಚಿಸಿದನು. ಇದರ ವಿವರವನ್ನು ಮುಂದೆ ರೇಡಿಯೋವನ್ನು ಕುರಿತ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಲಾಗುವುದು.



ಚಿತ್ರ 98: ಎಡಿಸನ್ ಪರಿಣಾಮ.

ಪ್ರಭಾ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶದ ಸೂಕ್ಷ್ಮತೆ ಮಾನವನಿರ್ಮಿತಸಾಧನಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಪ್ರಭಾವಿದ್ಯುತ್ ಕೋಶದ ಸೂಕ್ಷ್ಮತೆಯು ಅಪಾರವಿರುತ್ತದೆ; ಇದರ ಉಪಯೋಗದ ವ್ಯಾಪಕತೆಯನ್ನು ಹಿಂದಿನ ಪಾರಾಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿರುವೆವಷ್ಟೆ. ಅದು ಬಹಳ ಚುರುಕಾಗಿ, ಅಂತೆಯೇ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿಯೂ ಕಾರ್ಯಪ್ರವೃತ್ತವಾಗುತ್ತದೆ. ಅತ್ಯಲ್ಪ ಬೆಳಕಿನ ತೀವ್ರತೆಯಲ್ಲಿನ ಬದಲಾವಣೆಯೂ ಇದರಲ್ಲಿ ವ್ಯಕ್ತವಾಗಿ ಅಳೆಯಲ್ಪಡುವಂತಿದೆ. ಇದರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ. ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಎಷ್ಟು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿದೆಯೋ – ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ – ಅಷ್ಟೇ ಈ ಉಪಕರಣದ ಸೂಕ್ಷ್ಮತೆಯು (Sensitivity) ಬೃಹತ್ತಾಗಿದೆ ಎನ್ನುವುದರಲ್ಲಿ ಎಳ್ಳಷ್ಟೂ ಉತ್ಪ್ರೇಕ್ಷೆ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತಗಳೂ ಕೂಡ ಇಂತೆಯೇ ಕಾರ್ಯಪ್ರವೃತ್ತವಾಗ,

ಬಲ್ಲ ಸಾಧನಗಳು. ಹೀಗೆ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತಗಳು ಮತ್ತು ಪ್ರಭಾವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳು ಇಂದಿನ ಟೆಲಿಫೋನ್, ಮಾತಾಡುವ ಚಿತ್ರಗಳು, ರೇಡಿಯೋ, ಟೆಲಿವಿಶನ್‌ಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಕಾರ್ಯಪ್ರವೃತ್ತವಾಗಿವೆ.

ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್ ಮತ್ತು ಟನಲ್ ಡಯೋಡ್ ನಿರ್ವಾತ ನಳಿಗೆಯು ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ ವನ್ನು ವರ್ಧಿಸುತ್ತದೆಂಬುದನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿದೆವಷ್ಟೆ. ಸಾಮಾನ್ಯ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳಲ್ಲಿಂದ ಪಡೆಯು ಬಹುದಾದ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹಗಳ ಮಿಲಿಯದಲ್ಲೊಂದು ಪಾಲಿನಷ್ಟರ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವೂ ರೇಡಿಯೋ ಮತ್ತು ಟೆಲಿವಿಶನ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯುಕ್ತವಾದ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವುದಿಲ್ಲ. ಇಂಥ ತರಂಗಗಳನ್ನು, ಈ ತರಂಗಗಳು ಉತ್ಪಾದಿಸಬಲ್ಲ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಸರಿಯಾಗಿ ವಿವರ್ಧಿಸಿಕೊಂಡರೇನೇ (Amplify) ಇವು ಧ್ವನಿವರ್ಧಕವನ್ನು ನುಡಿಸಬಲ್ಲುವು; ರೇಡಿಯೊ ಗಳನ್ನು ಕಾರ್ಯಪ್ರವೃತ್ತವಾಗಿಸಬಲ್ಲುವು. ಟೆಲಿವಿಶನ್ ಸೆಟ್ಟುಗಳಲ್ಲಿ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸಬಲ್ಲುವು.

ಅಂತೂ ಇಂಥ ನಿರ್ವಾತಗಳಿಗೆ ವಿವಿಧ ಉಪಯೋಗಗಳು ಈ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಬಳಕೆಗೆ ಬಂದುವು. ಆದರೆ, ಈ 1948 ರ ತನಕ ಯಾವನೂ ತನ್ನ ಜೇಬಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು ರೇಡಿಯೋ ಸೆಟ್ಟನ್ನೋ ಇಲ್ಲವೆ ಟೆಲಿವಿಶನ್ ಸೆಟ್ಟನ್ನೋ ಹೊತ್ತುಕೊಂಡು ತಾನು ಸಂಚರಿಸಿದಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಕಾಣಬಲ್ಲ, ಸಂಗೀತ ಕೇಳಬಲ್ಲನೆಂಬುದನ್ನು ಕನಸಿನಲ್ಲಿಯೂ ಕಂಡಿರಲಾರ, ಊಹಿಸಿದ್ದಿರಲಾರ. ಕೆಲವು ನಳಿಗೆಗಳು, ಬೆಟರಿಗಳು ಇವೆಲ್ಲ ಉಪಕರಣಗಳಿದ್ದ ಇಂಥ ಸೆಟ್ಟುಗಳೋ. ಸಾಕಷ್ಟು ದೊಡ್ಡದಿದ್ದಿರಲೇಬೇಕು ಎನ್ನುವುದು ನಿರ್ವಿವಾದವೇ ಆಗಿತ್ತು.

ಇಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಇಂಥ ನಿರ್ವಾತ ನಳಿಗೆಗಳಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ಕೆಲವು ಅವಗುಣಗಳಿವೆ. ಇವು ಬಿಸಿಯಾಗಲು ಒಂದಷ್ಟು ಸಮಯವು ತಗಲುತ್ತದೆ, ಅಲ್ಲದೆ, ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಇವು ತನ್ನಷ್ಟಕ್ಕೆ ಹಾಳಾಗಿಬಿಡುತ್ತವೆ. ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಇದು ಸನ್ನಿವೇಶಕ್ಕನುಗುಣವಾದ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನೂ ತೋರುವುದಿಲ್ಲ, ಹಾಗೆಯೇ ಸ್ಥಿರವಾಗಿ ನಿಂತುಬಿಡುತ್ತವೆ.

30–6–1948 ರಲ್ಲಿ ಬೆಲ್ ಟೆಲಿಫೋನ್ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದಲ್ಲಿ ವಿಲಿಯಮ್ಸ್ ಶೋಕ್ಲೀ, ವಾಲ್ಟರ್, ಎಚ್. ಬ್ರೆಟೈನ್ ಮತ್ತು ಜ್ಹೊನ್ ಬಾರ್ಡಿನ್ ಎಂಬ ಮೂರು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್ (Transistor) ಎಂಬ ನೂತನ ಸಾಧನವೊಂದನ್ನು ಬಳಕೆಗೆ ತಂದರು; ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಇವರನ್ನು ನೋಬೆಲ್ ಪಾರಿತೋಷಕದಿಂದಲೂ ಗೌರವಿಸಲಾಯಿತು. ಈ ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್ ಆದರೋ ಬಹಳ ಚಿಕ್ಕ, ಹಾಗೂ ಉಪಯುಕ್ತ ಉಪಕರಣ ಬೂಟ್ಸ್ ದಾರಗಳ ಕುಡಿಯಷ್ಟು, ಇಲ್ಲವೆ ಬಟಾಣಿಯ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿದ್ದರೂ ಇದು ಈ ಹತ್ತಿಪ್ಪತ್ತು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಕೆಗೆ ಬರುತ್ತಲಿದ್ದು, ನಿರ್ವಾತ ನಳಿಗೆಗಳನ್ನು ಹಿಂದೂಡುತ್ತಲಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ತಂತುವಿಲ್ಲ, ಗ್ರಿಡ್ ಇಲ್ಲ, ಪ್ಲೇಟ್ ಇಲ್ಲ, ನಿರ್ವಾತ ಪ್ರದೇಶವೂ ಇಲ್ಲ. ಅಥವಾ, ಫಕ್ಕನೇ ಇದು ಕೆಡು ವಂತೆಯೂ ಇಲ್ಲ. ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ, ಕೃತಕ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಕೂಡ, ಇದು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು, ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ ವನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ, ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಚಿಕ್ಕ ಪ್ರಮಾಣದ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನೂ ವರ್ಧಿಸಲೂ ಬಲ್ಲುದು. ಅಂದರೆ, ಇಂದಿನ ರೇಡಿಯೋ ಮತ್ತೆ ಟೆಲಿವಿಶನ್ ಸೆಟ್ಟುಗಳಲ್ಲಿ ನಿರ್ವಾತ ನಳಿಗೆಗಳು ಹೇಗೆ ಬೆಟರಿ, ಇಲ್ಲವೆ ಪಟ್ಟಣದ ಸರಬರಾಯಿಯ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗ ಗಳನ್ನು ವರ್ಧಿಸುವುವೋ, ಹಾಗೆಯೇ ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್ ಆದರೋ ಬೆಳಕಿನ, ಉಷ್ಣ ಇಲ್ಲವೆ ಕೃತಕ ಬೆಳಕಿನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿಯೂ ಇಂಥ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳನ್ನು ವರ್ಧಿಸುವುದು, ಮತ್ತು ಶ್ರಾವ್ಯ ಸದ್ದುಗಳನ್ನಾಗಿಯೂ ಪರಿವರ್ತಿಸುವುದು.

ಈ ಇಪ್ಪತ್ತು ವರ್ಷಗಳೊಳಗಾಗಿಯೇ ರೇಡಿಯೋ, ಮತ್ತು ಶ್ರವಣಸಹಾಯಕಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲ ಮಿಲಿಯಗಟ್ಟಳೆ ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರುಗಳು ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುತ್ತಲಿವೆ. ಅತಿ ಚಿಕ್ಕ ಉಪಕರಣಗಳಲ್ಲಿ,

ಹತ್ತು ಸೆಂಟು ನಾಣ್ಯಗಳಷ್ಟೇ ದೊಡ್ಡದಾದ ವಿವಿಧ ಉಪಕರಣಗಳಲ್ಲಿ, ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ಗಣಕಯಂತ್ರಗಳು, ದೂರವಾರ್ತಾಪ್ರೇರಣಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ದೂರಕ್ಕೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುವ ಅಂತರಖಂಡ ಕ್ಷಿಪಣಿಗಳಲ್ಲಿ, ಹೊರ ಗಗನಕ್ಕೆ ಹಾರುವ, ಅಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುವ ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹ ಇವುಗಳಲೆಲ್ಲಾ ಒಂದಲ್ಲ ಒಂದು ತರದ ಚಿಕ್ಕ ಉಪಕರಣಗಳಲ್ಲಿ ಇಂಥ ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರುಗಳೇ ಇವೆ.

ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರಿನ ಭೌತ ತತ್ವವೆಂಥದು? ಅದು ಹೇಗೆ ಕಾರ್ಯಪ್ರವೃತ್ತವಾಗುತ್ತದೆ? ಇವೆಲ್ಲ ಈ ಪುಸ್ತಕಕ್ಕೆ ಮಿಕ್ಕಿದ ವಿಚಾರಗಳು. ಆದರೂ ಸೂಕ್ಷ್ಮದಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಸಿಲಿಕಾನ್ ಮತ್ತು ಜರ್ಮೇನಿಯಂ ಲೋಹಗಳ ಪರಮಾಣು ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ವಿಶಿಷ್ಟತೆಯಿದೆ. ಇವುಗಳುಉತ್ತಮ ಪರಿಚಾಲಕಗಳೂ ಅಲ್ಲ, ಅಪರಿಚಾಲಕಗಳೂ ಅಲ್ಲ. ಇವು ಅರ್ಧಚಾಲಕಗಳು (Semi conductors) ಇವುಗಳು ಎಷ್ಟು ಶುದ್ಧವಾಗಿವೆಯೋ, ಅಷ್ಟೇ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ಅರ್ಧಚಾಲಕಗಳೂ ಇವುಗಳಿಂದ ರಚಿಸಲ್ಪಡುವಂತಿವೆ. ಜರ್ಮೇನಿಯಂ ಲೋಹದ 99% ಶುದ್ಧವಿರುವ ಚಿಕ್ಕ ಪಟಲವು ಉತ್ತಮ ದರ್ಜೆಯ ಅರ್ಧಚಾಲಕವೆನಿಸುತ್ತದೆ. ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್ ಒಂದರಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು $\frac{2}{1000}$ ಇಂಚು ದೂರದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಸಪುರವಾದ ಸರಿಗೆಗಳಿದ್ದು, ಇವು ಶುದ್ಧ ಜರ್ಮೇನಿಯಂನೊಂದಿಗೆ–ಅದರ ಚಿಕ್ಕ ಬಿಲ್ಲೆಯೊಂದಕ್ಕೆ–ಅಂಟಿಸಲಾಗಿದೆ. ಜರ್ಮೇನಿಯಂ ಲೋಹದ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯವೆಂದರೆ, ಇದರಲ್ಲಿ ಮಿಲಿಯ ಪರಮಾಣುಗಳಿಗೆ ಒಂದರಂತೆ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಸಾಗಿಸಬಲ್ಲ ಬಿಡು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿರಬಹುದು, ಅಷ್ಟೆ. ಆಗ ಬೆಳಕಿನಿಂದ, ಇಲ್ಲವೆ ಹೊರಗಿನ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಇಂಥ ಬಿಡು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಅರ್ಧ ಪರಿಚಾಲಕವಾದ ಲೋಹವು ತಾನೂ ಉತ್ತಮ ಚಾಲಕವಾಗಬಹುದು. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಇಂಥ ಅರ್ಧ ಪರಿಚಾಲಕಗಳಲ್ಲಿ, ಚಾಲಕ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಪಟ್ಟಿಯು ಸಂಯೋಜಕ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಪಟ್ಟಿಯ (Band) ಹತ್ತಿರವೇನೂ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ, ಹೊರಪ್ರಚೋದನೆಯಿಂದಲಂತೂ ಈ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ತಳ್ಳಲ್ಪಟ್ಟು, ಆ ಧಾತುವಿನಲ್ಲಿ ಸಾಕಷ್ಟು ಖಾಲಿ ಜಾಗಗಳು (Holes) ಏರ್ಪಡುತ್ತವೆ; ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ತುಂಬಿಕೊಂಡು, ಈ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಪಟ್ಟಿಯು ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕ ಪಟ್ಟಿಯ ಹತ್ತಿರ ಸರಿಯುತ್ತದೆ. ಜರ್ಮೇನಿಯಂ, ಇಲ್ಲವೆ ಸಿಲಿಕಾನ್‌ಗಳ ಧರ್ಮಗಳನ್ನಂತೂ ಬೆಲ್‌ಪ್ರಯೋಗಾಲಯಗಳಿಂದ ಪ್ರಕಟಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ವರದಿಯು ಸ್ಪಷ್ಟಗೊಳಿಸಿದೆ.

"ಅರ್ಧಪರಿಚಾಲಕಗಳಲ್ಲಿನ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಎರಡು ವಿಶಿಷ್ಟ ವಿಧಾನಗಳಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಸಾಗಿಸುತ್ತವೆ. ಇಂಥವುಗಳಲ್ಲಿನ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಸಾಗಿಸಲು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ನೆರವಾಗದಿರುವುದೇ ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ. ಇವುಗಳ ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಬಂಧಿಸಿ ಹಿಡಿಯುವುವೇ ವಿನಾ, ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ವಾಹಕಗಳಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಎಲ್ಲಾದರೂ ಫಕ್ಕನೆ, ಒಂದು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಸ್ಥಳಾಂತರವಾದರೆ ಇಲ್ಲವೆ, ಹೊರಗಿನಿಂದ ಒಂದು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಈ ವಸ್ತುವಿಗೆ ಪ್ರವೇಶ ಪಡೆದರೆ, ಆಗ ವಿದ್ಯುತ್ ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಹರಿಯಬಲ್ಲುದು. ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಒಂದು ಇಂಥ ಬಂಧಕಗಳಿಂದ ತಪ್ಪಿದರೆ, ಆಗ ಅಲ್ಲೊಂದು ಗುಳ್ಳೆಯಂಥ ಖಾಲಿ ಜಾಗವು ಏರ್ಪಟ್ಟು, ಈ ಜಾಗವು ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕವಾಗಿಯೇ ಒಂದೆಡೆಯಿಂದ ಇನ್ನೊಂದೆಡೆಗೆ ಸುಲಭವಾಗಿ ಗುಳ್ಳೆಯಂತೆಯೇ ಚಲಿಸುವುದು."

ರೇಡಿಯೋ, ಟೆಲಿವಿಶನ್, ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ಗಣಕ ಮೊದಲಾದುವುಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಕ್ರಾಂತಿಕಾರಕ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ತಂದು ಹಾಕಿದ ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್‌ನಷ್ಟೇ ಪ್ರಬಲವಾದ ಮತ್ತೊಂದು ಶೋಧವೂ ಇದೆ. ಇದೇ 'ಟನೆಲ್ ಡಯೋಡ್' (Tunnel diode). ಇದರ ಪ್ರಸ್ತಾಪವು ಮೊತ್ತ ಮೊದಲು 1958 ರಲ್ಲಷ್ಟೇ ಜಪಾನಿನ ಲಿಯೋ ಇಸಾಕಿ (Leo Esaki) ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯಿಂದ ಬಹಳ ಕಮ್ಮಿ ಬೆಲೆಯ ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರುಗಳ ನಿರ್ಮಾಣ ಮಾಡುವ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಬಂದಿದ್ದು, ಇದು ಅತ್ಯಾಧುನಿಕ ಶೋಧವೆನಿಸಿದೆ. ಇದು ಟ್ರಾನ್ಸಿಸರ್‌ನಷ್ಟೇ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿದೆ. ಕಾಗದ ಕ್ಲಿಪ್‌ನೊಳಗೆ ಕೂಡ ಇದನ್ನು ಹುದುಗಿಸಿಡಬಹುದು; ಇದರ

ವ್ಯಾಸವೋ $\frac{1}{1000}$ ಇಂಚಿನಷ್ಟಿರಬಹುದು. ನಿರ್ವಾತನಳಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಅವಶ್ಯವಿರುವ ಶಕ್ತಿಯ $\frac{1}{100000}$ ರಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯೂ ಕೂಡ ಇದರ ಕಾರ್ಯಭಾರಕ್ಕೆ ಅವಶ್ಯವಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಇದು ಅಷ್ಟೊಂದು ಶುದ್ಧವಾಗಿರುವ ಅವಶ್ಯಕತೆಯೂ ಇಲ್ಲ. ಇಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಇನ್ನೊಂದು ವಿಧದಲ್ಲೂ ಇದು ಹೆಚ್ಚು ಉಪಯುಕ್ತವಾಗಿದೆ, ಅಂದರೆ, ಆಗಾಗ್ಗೆ ನಿರ್ವಾತನಳಿಗೆ, ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರುಗಳು ತಮ್ಮಷ್ಟಕ್ಕೇ ನಿಂತುಬಿಡುವುವು, ಕಾರ್ಯಪ್ರವೃತ್ತವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಇದೇನೂ ಅಂಥ ಸ್ಥಿತಿಗಳಿಗೀಡಾಗುವುದಿಲ್ಲ; ಇದನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತ ಬಂದರೆ ಸದ್ಯದಲ್ಲೇ ಕೈಗಡಿಯಾರಗಳ ಗಾತ್ರದ ಟೆಲಿಫೋನ್, ರೇಡಿಯೋ, ಟೆಲಿವಿಶನ್ ಸೆಟ್ ಮೊದಲಾದುವುಗಳು ಉಪಯೋಗವಾಗಲಿವೆ.

ಅರ್ಧಗಟ್ಟಿವಸ್ತುಗಳು ಮತ್ತು ಅರ್ಧಪರಿಚಾಲಕಗಳ ಮುಖ್ಯ ತತ್ವವೇ ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್ ಮತ್ತು ಟನಲ್ ಡೈಯೊಡ್‌ಗಳ ತತ್ವವಾಗಿದೆ. ಬಹುಶಃ ಇವು ಇಪ್ಪತ್ತನೇ ಶತಮಾನದ ಅತ್ಯಾಧುನಿಕ ಹಾಗೂ ಅತಿ ವಿಚಿತ್ರ ಶೋಧಗಳೇ ಆಗಿವೆ ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು; ಏನಿದ್ದರೂ ಇವು ನಮ್ಮ ನೈದ್ಯುತ ಸಲಕರಣೆಗಳಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಅತ್ಯಂತ ಉಪಯುಕ್ತತೆಯನ್ನೊದಗಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಏನೇನೂ ಸಂಶಯ ಉಳಿದಿಲ್ಲ.

X-ಕಿರಣಗಳು (X-rays) ಕ್ರೂಕ್ಸನ ನಳಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ಕೆಥೋಡ್ ಕಿರಣಗಳು ಗಟ್ಟಿಯಾದ ಲೋಹದ ಪ್ಲೇಟಿನಂ ಇಲ್ಲವೆ ಟಂಗ್‌ಸ್ಟನ್ ತಗಡಿಗೆ ಬಡಿದಾಗ ಅದೃಶ್ಯ ಬೆಳಕೊಂದು ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುತ್ತದೆಂದೂ, ಇದು ಯಾವ ವಸ್ತುವಿನೊಳಗೂ ಪ್ರವೇಶ ಪಡೆಯುವಂಥದೆಂದೂ ವಿಲ್ಹೆಲ್ಮ್ ಕೊನ್ರಾಡ್ ರಾಂಟ್ಜೆನ್ ಎಂಬಾತನು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಇವು ಯಾವ ಕಿರಣಗಳೆಂದು ತಿಳಿಯದ ಕಾರಣ ಇವನ್ನು X ಕಿರಣಗಳೆಂದೂ ಹೆಸರಿಸಲಾಯಿತು. ಸಾಮಾನ್ಯ ಸುಲಭ ರಚನೆಯ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುವಂಥ ಪದಾರ್ಥದೊಳಗೂ ಇವು ಪ್ರವೇಶ ಪಡೆಯಬಲ್ಲುವು.

ಜಲಜನಕದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನು, ಒಂದು ಪ್ರೋಟಾನು ಮಾತ್ರ ಇರುತ್ತವೆ; ಆಕ್ಸಿಜನ್, ಇಂಗಾಲಗಳಲ್ಲೂ ಇವುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಅಲ್ಪವೇ. ತೂಕವು ಹೆಚ್ಚುತ್ತ ಹೋದಂತೆ ಪರಮಾಣುಗಳ ರಚನೆಯೂ ಕ್ಲಿಷ್ಟತರವಾಗುತ್ತದೆ, ಗಹನವಾಗುತ್ತದೆ. ಅವಶ್ಯವಾಗಿಯೂ ಲಘು ಪರಮಾಣುಗಳು ಇಂಥ ಕಿರಣಗಳಿಗೆಲ್ಲ ಪಾರದರ್ಶಕವಾಗಿವೆ, ಅಂದರೆ ಇವುಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲ ಪದಾರ್ಥ ರಚನೆಯ ಕಣಗಳು ವಿಶೇಷವಾಗಿಲ್ಲ, ಅನೇಕವಾಗಿಲ್ಲ. ಭಾರವಿರುವ ಸೀಸ, ಪ್ಲೇಟಿನಂಗಳಲ್ಲಾದರೋ ಅಂತರ್ರಚನೆಯು ಗಹನವಿದ್ದು, ಇವುಗಳನ್ನು ಭೇದಿಸಿ ಸುಲಭದಲ್ಲಿ X ಕಿರಣಗಳು ಹಾದುಹೋಗಲಾರವು. ಮನುಷ್ಯದೇಹದಲ್ಲಿ ಮಾಂಸವು ಹೈಡ್ರೋಜನ್, ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಮತ್ತು ಇಂಗಾಲದ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದಲಷ್ಟೇ ರಚನೆಗೊಂಡುದರ ಕಾರಣದಿಂದ, ಇವುಗಳಿಂದೆಲ್ಲ ಎಲುಬು ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ಭಾರವಾದ ನಿಮಿತ್ತ, ಹಾಗೂ ಇದರಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುವಿನ ಕಣಗಳು ಸಮೀಪತರವಿರುವುದರಿಂದಲೂ, ಇವನ್ನು ಹಾದು X ಕಿರಣಗಳು ಮುಂಬರಿಯಲಾರವು; ಮಾಂಸಖಂಡಗಳ ಮೂಲಕ ಪ್ರವೇಶ ಪಡೆದರೂ, ಎಲುಬುಗಳೊಳಗೆ ಪ್ರವೇಶ ಪಡೆಯುವಂತಿಲ್ಲ. ಆದರೆ, ಇವು ಕೂಡ ಸೀಸ, ಪ್ಲೇಟಿನಂಗಳಷ್ಟೇನೂ ಅಪಾರದರ್ಶಕವಲ್ಲ, ಮಾಂಸಖಂಡ ಮತ್ತು ಇತರ ಜೀವಪದಾರ್ಥಗಳಿಗೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ಮಾತ್ರ ಅಪಾರದರ್ಶಕಗಳು. ಹೀಗೆ ಕರುಳಿನ, ಇಲ್ಲವೆ ವೃಕ್ಕಗಳ (Kidneys) X ಕಿರಣಗಳ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನೊದಗಿಸಿಕೊಳ್ಳುವರೆ ಬಿಸ್ಮತ್ (Bismuth) ಎಂಬ ಭಾರವಾದ ಲೋಹದ ಸಂಯುಕ್ತಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಆಹಾರವನ್ನೊದಗಿಸಿ ಕರುಳಲ್ಲಿ ಶೇಖರಿಸಬೇಕು. ಇದು ಸಂಚಿತಗೊಂಡಲೆಲ್ಲ ಕರುಳು, ಇಲ್ಲವೆ ವೃಕ್ಕವು ತನ್ನ ಪಾರದರ್ಶಕತೆಯನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ; X-ಕಿರಣಗಳ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಈ ಭಾಗಗಳು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಚಿತ್ರಿತವಾಗುತ್ತವೆ.

X ಕಿರಣಗಳ ಛಾಯಾಗ್ರಾಹಿಯಲ್ಲಿ (Camera) ಯವಗಳ ಅವಶ್ಯಕವಿಲ್ಲ. ಯಾವ ಭಾಗದ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಗ್ರಹಿಸಬೇಕೋ ಅಲ್ಲೇ ಮೇಲೆ ಆದರ ಉಪಕರಣವನ್ನಿಟ್ಟು ಚಿತ್ರಿಸಲ್ಪಡತಕ್ಕ ಭಾಗದ ಕೆಳಗೆ ಫಲಕವನ್ನಿಟ್ಟು, X ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಆ ಭಾಗದ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸತಕ್ಕುದು. ಅನಂತರ, ಕೆಳಗಿನ ಫಲಕ

ದಲ್ಲಿ ಎಲುಬುಗಳ ಚಿತ್ರವು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಸಿಗುತ್ತದೆ; ಇನ್ನಿತರ ವಸ್ತುಗಳ ಚಿತ್ರವೂ ಲಭಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ವಸ್ತುಗಳ ಅಂತರ್ರಚನೆ, ಒಳವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ದೂರದಿಂದಲೇ ಅರಿತುಕೊಳ್ಳಲು X ಕಿರಣಗಳು ಅತ್ಯಂತ ಸಹಕಾರಿಗಳಾಗಿವೆ.

ಭಾಗ ಹನ್ನೊಂದು

ಕಾಂತತ್ವ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ

ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಹುಟ್ಟು......ಮೈಕೆಲ್ ಫೆರಡಿ......ಲಾಳಾಕಾರದ ಕಾಂತ......ಕಾಂತತ್ವದ ನಿಯಮಗಳು......ಕಾಂತತ್ವದ ತತ್ವ......ಕಾಂತತ್ವದ ದಿಕ್ಪಾತ (Declination)...... ಕಾಂತರೇಖೆಗಳು......ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ......ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕ ಬಲ......ಸಾರಾಂಶ......ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನುತ್ಪಾದಿಸುವ ವಿಧಾನಗಳು......ಶುಷ್ಕಕೋಶ, ಬೆಟರಿಗಳು......ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ...... ಕಾಂತತ್ವವು ಪ್ರೇರಿಸುವ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ......ವಿದ್ಯುದುತ್ಪಾದಕ......ಅವರ್ತಶೀಲ ಮತ್ತು ದಿಷ್ಟ (Alternate ಮತ್ತು Direct ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ...... ಇಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಮೋಟರ್...... ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರೇರಕ ಸುರುಳಿ......ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್......ರಾಸಾಯನಿಕ ಪರಿಣಾಮಗಳು...... ಉಷ್ಣಪರಿಣಾಮಗಳು......ವೈದ್ಯುತ ದಿಷ್ಟಕಾರಿ (Rectifier)......

ಶ್ರೀಮತಿ ಮಾರ್ಸೆಟ್, ಎಂದರೆ ಯಾರು ಎಂಬುದನ್ನು ಯಾವನೂ ತಿಳಿದಂತಿಲ್ಲ. ಇವಳು 140 ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಸರಳ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ಮೇಲೆ ಬರೆದ ಪುಸ್ತಕವು ಮಾತ್ರ ಆಧುನಿಕ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಯುಗಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಯಿತು ಎಂಬುದನ್ನು ಅನೇಕರು ಅರಿತಿರಲಾರರು. 22–9–1791ರಲ್ಲಿ ಜನಿಸಿದ ಮೈಕೆಲ್ ಫೆರಡಿ (Micheal Farady) ತನ್ನ ಹದಿಮೂರನೇ ವಯಸ್ಸಿನಲ್ಲೇ ಒಬ್ಬ ಪುಸ್ತಕ ಹೊಲಿಯುವವನ ಆಳಾಗಿ ಸೇರಿಕೊಂಡಾಗ, ಅಲ್ಲಿ ಈ ಪುಸ್ತಕದಿಂದ, ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಇದು ಸೂಚಿಸಿದ ಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ, ಪ್ರಚೋದಿತನಾಗಿ, ಹಲವು ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ತಾನು ನಡೆಸಿದನು. ಇವೇ ಆತನಲ್ಲಿ ಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಕುತೂಹಲವನ್ನು ಕೆರಳಿಸಿದುವು.

ತನ್ನ 22 ನೇ ವಯಸ್ಸಿನೊಳಗಾಗಿಯೇ ಈತನು ಸಿದ್ಧ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನೆನಿಸಿದನು;ವಿದ್ಯಾರ್ಜನೆ ಮಾಡದಿದ್ದರೂ. ಅನೇಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ತಾನೇ ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ನಡೆಸಿದ ಈತನನ್ನು, ಸರ್ ಹಂಫ್ರಿ ಡೇವಿಯು ತನ್ನ ಹಸ್ತಕನಾಗಿ ಲಂಡನಿನ ರಾಯಲ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿ ನೇಮಿಸಿಕೊಂಡನು.

ಸುಮಾರು 1816 ರಲ್ಲಿ ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ ಹೈಡ್ರೋಕ್ಸೈಡನ್ನು (Caustic lime) ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಈತನಿಗೆ ಕೊಡಲಾಯಿತು. ಇವನ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯೋ ಸರ್ವಮಾನ್ಯವಾಯಿತಲ್ಲದೆ ಹಂಫ್ರಿ ಡೇವಿಯ ದಯದಿಂದ ಬೆಳಕನ್ನೂ ಕಂಡು, ಮುದ್ರಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿತು. ಇದರಿಂದ ಮತ್ತಷ್ಟು ಪ್ರಚೋದನೆ, ಪ್ರೋತ್ಸಾಹ ಪಡೆದ ಫೆರಡಿಯು ಇನ್ನೂ ಕೆಲವು ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿ, ಅನಿಲಗಳ ಅಭಿವ್ಯಾಪನೆ (Diffusion) ಮತ್ತು ಅನಿಲಗಳ – ಮುಖ್ಯ ಕ್ಲೋರಿನ್ ಅನಿಲದ – ದ್ರವೀಕರಣವನ್ನು ಕುರಿತ ಸ್ವತಂತ್ರ ಶೋಧಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿ, ಖ್ಯಾತನಾದನು. ಮುಂದೆ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಸಹಾಯದಿಂದ ರಸಾಯನಿಕ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯನ್ನು ಅಭ್ಯಾಸಮಾಡಲನುವಾದನು.

ಆರ್ದ್ರ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳ ರಚನೆಯನ್ನು ಕೈಗೊಂಡ ಫೆರಡಿಯಾದರೋ, ವಿದ್ಯುದ್ರಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ಧಾತುಗಳು ಧನಧ್ರುವ ಮತ್ತು ಋಣಧ್ರುವಗಳತ್ತ ಆಕರ್ಷಿತವಾಗುವುದನ್ನು ಮನಗಂಡು, ಈ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನಿಂದ ಕಾಂತತ್ವವೇಕೆ ಪ್ರೇರಿತವಾಗಬಾರದು ಎಂಬ ಸಹಜವಾದ ಕುತೂಹಲದಿಂದಲೇ ತನ್ನ ಮುಂದಿನ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ನಡೆಸಲನುವಾದನು. ಸುಮಾರು 1834 ರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಮರದ ಸ್ತಂಭದ ಸುತ್ತಲೂ, ಸರಿಗೆಯೊಂದನ್ನು ಸುತ್ತಿ ಇದರ ಸಾಲಿನಲ್ಲೇ ಗೆಲ್ವನಾಮಿಟರ್ ಒಂದನ್ನು ಜೋಡಿಸಿ ಪ್ರಬಲಕಾಂತವೊಂದನ್ನು ಸುರುಳಿಯ ಮುಂದೆ, ಹಿಂದೆ, ಕೊಂಡೊಯ್ಯಾಗ ಇದರಿಂದಲೇ – ವಿದ್ಯುತ್

ಕೋಶವಿಲ್ಲದೇನೇ ಪ್ರವಾಹವು ಸರಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿತು, ಇದನ್ನು ಪ್ರೇರಿತ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವೆನ್ನಬಹುದು. ಬಹುಶಃ ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಅತ್ಯಂತ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾದ ಶೋಧಗಳಲ್ಲಿ ಇದೂ ಒಂದು.

ಅಷ್ಟರಲ್ಲೇ, ಎಂದರೆ 1820 ರ ಸುಮಾರಿಗೆ ಡೇನ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ (H.C. Oersted) ಎಚ್. ಸಿ. ಓರ್‌ಸ್ಟೆಡ್ ಎಂಬಾತನು ಸುರುಳಿಯೊಂದರಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಹರಿಯುವಾಗಲೋ, ಅದರಿಂದ ಕಾಂತತ್ವವು ಏರ್ಪಡುತ್ತದೆಂದೂ, ವೃತ್ತಾಕಾರದ ಸುರುಳಿಯನ್ನು ಕಾಂತೋತ್ತರದಕ್ಷಿಣಗಳ (Magnetic Meridian) ರೇಖೆಯಲ್ಲಿಟ್ಟು, ಅದರ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ದಿಕ್ಸೂಚಿಯನ್ನು ಇಟ್ಟರೆ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಹರಿಯುವಾಗ ದಿಕ್ಸೂಚಿಯ ಕಾಂತವು ವಿಕ್ಷೇಪ (Deflect) ಹೊಂದುವುದೆಂದೂ ತೋರಿಸಿದ್ದನು. ಈ ಶೋಧವಾದರೋ ಆಕಸ್ಮಿಕವಾಗಿಯೇ ನಡೆದುದು; ಅಂದರೆ, ಉತ್ತರಮುಖಿಯೊಂದು ಉತ್ತರ ವನ್ನು ಸೂಚಿಸದೆ ಇದ್ದಾಗ, ಇದಕ್ಕೇನು ಕಾರಣವೆಂದು ಶೋಧಿಸಲು ಹೊರಟ ಈತನಿಗೆ, ಆ ದಿಕ್ಸೂಚಿಯ ತುಸುವೇ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಅದಕ್ಕೆ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿ ಹರಿಯುವ ವಿದ್ಯುತ್‌ಪ್ರವಾಹವು ಕಂಡುಬಂದಿತ್ತು. ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಅದೇ ಸರಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಹಿಮ್ಮುಖವಾಗಿ ಹರಿಯಿಸಿದಾಗಲೋ ವಿಕ್ಷೇಪವು ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಯೂ ಕಂಡಿತು. ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಿದಾಗ ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿಕ್ಷೇಪವೂ, ಕಮ್ಮಿ ಮಾಡಿದಾಗ ಕಮ್ಮಿ ವಿಕ್ಷೇಪವೂ, ಕಂಡುಬಂದುವು. ಹೀಗೆ, ಈ ಶೋಧವು ಎಲ್ಲರಿಗೂ ತಿಳಿದು ಬಂದನಂತರ, ಇದರ ವಿರುದ್ಧ ಪರಿಣಾಮವೂ ಇರತಕ್ಕುದು ಎಂದು ಅನೇಕರು ಅನುಮಾನಿಸಿದರೂ ಇದನ್ನು · ಕಂಡುಹಿಡಿದ, ಶೋಧಿಸಿದ ಕೀರ್ತಿ ಫೆರಡಿಗೇನೇ ಸಲ್ಲುತ್ತದೆ.

ಕಬ್ಬಿಣದ ಸುತ್ತಲೂ ಚಾಲಕ ಸುರುಳಿಯೊಂದನ್ನು ಸುತ್ತಿ ಫೆರಡಿಯು ಇದರ ಮೂಲಕ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಹಾಯಿಸಿದನು. ಆಗ ಕಬ್ಬಿಣವು ಅಯಸ್ಕಾಂತದ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸಿತು. ಇದೂ ಒಂದು ಹೊಸ ಶೋಧವಾಗಿತ್ತು; ಅಲ್ಲದೆ, ಇದೇ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತದ ಆವಿಷ್ಕಾರದ–ನಿರ್ಮಾಣದ– ನಾಂದಿಯಾಯಿತು ಎಂದೂ ಹೇಳಬಹುದು. ಅಲ್ಲದೆ, ಇಂದಿನ ತಾಂತ್ರಿಕ ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಾದರೋ ಈ ಆವಿ ಷ್ಕಾರವು ಗಾಲಿಗಳ–ಚಕ್ರಗಳ–ರಚನೆ ಅಥವಾ ಕಬ್ಬಿಣದ ಆವಿಷ್ಕಾರ ಮತ್ತು ಉಪಯೋಗಗಳಷ್ಟೇ ಪ್ರಸಿದ್ಧವಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸಿದೆ.

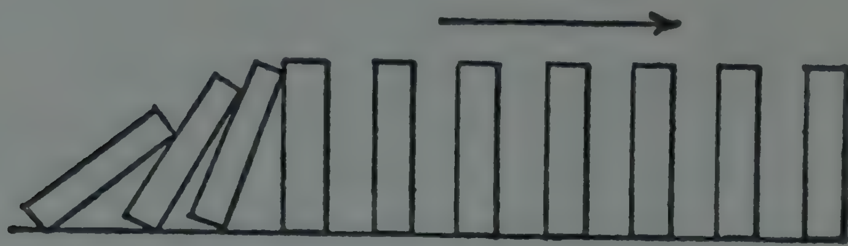
ಇದರ ನಂತರ ಫೆರಡಿಯು ಅಯಸ್ಕಾಂತವೊಂದರ ಕಾಂತಧ್ರುವಗಳ ನಡುವೆ ಒಂದು ಚಾಲಕ ಸುರುಳಿಯನ್ನು ಭ್ರಮಣಗೊಳಿಸಿದನು. ಇದು ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸಿತು, ಇದೇ ವಿದ್ಯು ದುತ್ಪಾದಕದ ಮೊದಲ ಪ್ರತೀಕವೆನಿಸಿತು. ಅಂತೂ, ನ್ಯೂಟನ್, ಗೆಲಿಲಿಯೋಗಳಂತೆಯೇ, ಈತನೂ ಜಗತ್ಪ್ರಸಿದ್ಧ ವಿಜ್ಞಾನಿಯೆನಿಸಿದನು; ಈತನ ಮುಖ್ಯ ಕಾರ್ಯಕ್ಷೇತ್ರವಾದರೋ ವಿದ್ಯುತ್‌ಮೋಟರ್, ಕಾಂತ ಮತ್ತು ಉತ್ಪಾದಕ–ಡೈನಮೋ–ಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದುದು.

ಇಂದಿನ ಶತಕದಲ್ಲಿ ಇವೆಲ್ಲವುಗಳ ಉಪಯೋಗಗಳು ಅಸಂಖ್ಯವೆನಿಸಿದ ಕಾರಣ, ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯು ಮನುಷ್ಯನ ಅತ್ಯುಪಯುಕ್ತ ಮಿತ್ರನೆನಿಸಿದೆ. ಅಲ್ಲದೆ, ಎಲ್ಲ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಶಾಸ್ತ್ರವಿಭಾಗಗಳಲ್ಲಿಯೂ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಉಪಯೋಗವು ಒಂದಲ್ಲ, ಒಂದು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ದೊರಕುತ್ತಲಿದೆ. ಇಷ್ಟರಲ್ಲೇ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಅದರ ಬಳಕೆ ಮತ್ತು ಉಪಯೋಗಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ಸಹಸ್ರಾಧಿಕ ಪುಸ್ತಕಗಳೂ ಪ್ರಕಟವಾಗಿವೆ. ಪ್ರಸ್ತುತ, ನಾವು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಕುರಿತ ಸ್ಥೂಲ ಪರಿಚಯವನ್ನಷ್ಟೇ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲಿದ್ದೇವೆ.

ಈ ಬಗ್ಗೆ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಹಾಗೂ ಕಾಂತತ್ವಗಳ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಬಂಧವೆಂತಹುದು ಎಂಬುದರ ಕಲ್ಪನೆ ಅತ್ಯಂತ ಅವಶ್ಯಕವೇ.

ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಕಾಂತತ್ವ ಇವೆರಡೂ ಒಂದರಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಎಂದೂ ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗದ ಅವಳಿಜವಳಿಗಳೆನಿಸಿವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ಇರುವಲ್ಲಿ ಮತ್ತೊಂದು ಇರಲೇ ಬೇಕು. ಲೋಹದ ಸುರುಳಿಯೊಂದು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುತ್ತಲಿದ್ದಾಗ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವುತ್ಪನ್ನವಾದಂತೆಯೇ

ಸುರುಳಿಯೊಂದರ ಮೂಲಕ ನಾವು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಹರಿಯಿಸಿದಾಗಲೂ, ಅದರ ಎರಡು ತುದಿಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಂತಧ್ರುವಗಳು ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ. ಲೋಹಗಳಲ್ಲಂತೂ ಒಂದೆಡೆಯಿಂದ ಇನ್ನೊಂದೆಡೆಗೆ ಹೆಜ್ಜೆ ಹೆಜ್ಜೆಗೆ ಎಂಬಂತೆ, ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಹರಿದಾಗ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದೇ ಉದಾಹರಣೆಯಿಂದ ಇದನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟೀಕರಿಸಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ 99: ಇಟ್ಟಿಗೆಗಳ ಸಾಲು—ಡಿಕ್ಕಿಯ ಪರಿಣಾಮ.

ಚಿತ್ರ 99 ನ್ನು ನೋಡಿರಿ. ಮಕ್ಕಳು ಇಸ್ಪೀಟು ಎಲೆಯನ್ನು ಒಂದರ ಹಿಂದೆ ಒಂದರಂತೆ ಸಾಲಾಗಿ ನಿಲ್ಲಿಸಿ, ಒಂದನ್ನು ತಟ್ಟಿಬಿಡುತ್ತಾರೆ. ಅದು ಬೀಳುತ್ತದೆ, ಬೀಳುತ್ತ ಮುಂದಿನದನ್ನು ತಳ್ಳುತ್ತದೆ, ಅದೂ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಆ ಸಾಲಿನ ಎಲ್ಲಾ ಎಲೆಗಳು ಕುಸಿಯುತ್ತವೆ. ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಸರಿಗೆಯ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಹರಿಯುವಾಗಲೂ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ವರ್ತನೆಯು ಹೀಗೆಯೇ ಉದ್ದಕ್ಕೂ, ಒಂದರ ನಂತರ ಒಂದರಂತೆ, ಮುಂದೆ ಸಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ, ಇಂಥ ಪ್ರವಾಹದ ವೇಗವಾದರೋ ಸೆಕುಂಡು ಒಂದರ 1,86,000 ಮೈಲು, ಅಂದರೆ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದಷ್ಟು.

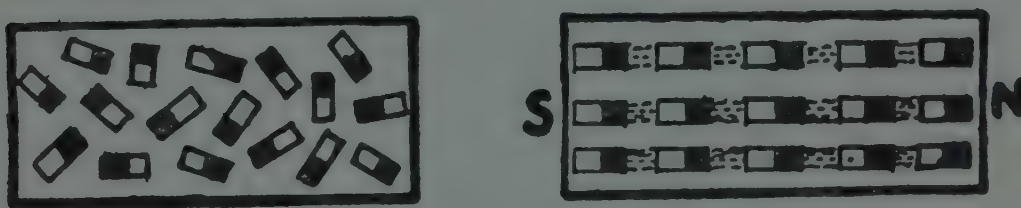
ಅಯಸ್ಕಾಂತ (Magnet) ಪ್ರತಿ ಅಯಸ್ಕಾಂತದಲ್ಲೂ ಎರಡು ಧ್ರುವಗಳಿವೆ. ಇದನ್ನು ಉತ್ತರ ಮತ್ತು ದಕ್ಷಿಣ ಧ್ರುವಗಳೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ವಿದ್ಯುತ್ತಿನಲ್ಲೂ ಎರಡು ಬಗೆಯವು ಇಲ್ಲವೆ? ಋಣ ಮತ್ತು ಧನ ಚಾರ್ಜುಗಳು; ಹಾಗೆಯೇ, ಕಾಂತತ್ವದಲ್ಲೂ ಪರಸ್ಪರ ವಿರುದ್ಧ ಗುಣದ ಎರಡು ಬಗೆಯ ಧ್ರುವಗಳಿವೆ.

ಕಾಂತತ್ವದಲ್ಲಾಗಲೀ, ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯಲ್ಲಾಗಲೀ, ಸಜಾತೀಯ ಧ್ರುವ ಇಲ್ಲವೆ ಚಾರ್ಜುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ನಿರಸನಗೊಳಿಸುತ್ತವೆ. (Repel). ವಿಜಾತೀಯ ಧ್ರುವ ಮತ್ತು ಚಾರ್ಜುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತವೆ.

ಇಂಥ ಎರಡು ಧ್ರುವಗಳ ನಡುವಣ ಆಕರ್ಷಣೆಯ ಬಲವಾದರೋ, ಇವುಗಳ ನಡುವಣ ದೂರದ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ವಿಲೋಮಾನುಪಾತದಲ್ಲಿದೆ; ಅಂದರೆ, ಕಾಂತತ್ವದ ಆಕರ್ಷಣೆ, ನಿರಸನಗಳ ಬಲಗಳು, ಗುರುತ್ವದ ಬಲಗಳನ್ನೇ ಹೋಲುತ್ತವೆ. ಇಂಥ ಕಾಂತತ್ವ ಮತ್ತು ವೈದ್ಯುತ ಬಲಗಳು ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಬಲಗಳನ್ನು ಹೋಲುವುದೇ ಮುಂದೆ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನನ ಫೀಲ್ಡ್‌ವಾದಕ್ಕೆ (Field Theory) ಕಾರಣವಾಗಿದೆ.

ಲಾಳಾಕಾರದ ಎರಡು ಚಿಕ್ಕ ಅಯಸ್ಕಾಂತಗಳತ್ತು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಹತ್ತಿರವಿಟ್ಟು ನೋಡಿರಿ. ಎರಡರ ಸಜಾತೀಯ ಧ್ರುವಗಳು ಹತ್ತಿರ ಬಂದಾಗಲೋ, ಅವುಗಳ ನಡುವೆ ತುಸು ನಿರಸನವೂ ವಿಜಾತೀಯ ಧ್ರುವಗಳು ಹತ್ತಿರ ಬಂದಾಗ ತುಸು ಆಕರ್ಷಣೆಯೂ ಕಂಡುಬರುವುವು, ಆದರೂ ಚಲನೆಗೆ ಅವಕಾಶವಿಲ್ಲ, ಕಾರಣ, ಇಂಥ ಬಲಗಳೋ ಆ ಅಯಸ್ಕಾಂತಗಳ ಭಾರದೊಡನೆ ತುಲನೆ ಮಾಡಿದಾಗ, ಕೇವಲ ಅಲ್ಪ ಪರಿಮಾಣದವುಗಳಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ವಿಜಾತೀಯ ಧ್ರುವಗಳನ್ನು ಹತ್ತಿರ ತಂದು ಇಟ್ಟರೆ, ಇವು ಅಂಟಿಕೊಳ್ಳಲೂಬಹುದು.

ಕಾಂತದ ಒಂದು ಧ್ರುವವು ಧನಾತ್ಮಕ ಮತ್ತೊಂದು ಋಣಾತ್ಮಕವಷ್ಟೆ. (ಉತ್ತರ ಮತ್ತು ದಕ್ಷಿಣಗಳನ್ನು ಗಣಿತದ ಪರಿಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಧನ ಮತ್ತು ಋಣವೆನ್ನಲೂ ಬಹುದು). ಇವುಗಳ ನಡುವೆ ಅವಶ್ಯವಾಗಿಯೂ ತಟಸ್ಥ(Neutral)ಬಿಂದುವೊಂದು ಇರಲೇಬೇಕು. ಹಾಗೆಯೇ ಎರಡು ಲಾಳಾಕಾರದ ಕಾಂತಗಳು ಒಂದನ್ನೊಂದು ಅಂಟಿಕೊಂಡು ಇದ್ದಾಗ, ಇವುಗಳ ನಡುವೆ ತಟಸ್ಥಬಿಂದುವೊಂದು ಇದ್ದೇ ಇರುವುದು. ಪ್ರತಿ ಕಾಂತದಲ್ಲೂ ಅದರ ಅಣುಗಳೆಲ್ಲವೂ ಕಾಂತತ್ವದ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸುವುವು. ಅಂದರೆ, ಪ್ರತಿ ಕಾಂತದಲ್ಲೂ ಮಿಲಿಯ ಚಿಕ್ಕಪುಟ್ಟ ಅಣವಿಕ ಕಾಂತಗಳಿವೆ. (Molecular magnet) ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಇವು ಅವ್ಯವಸ್ಥಿತವಾಗಿದ್ದು ಇವುಗಳ ಹತ್ತಿರ ಪ್ರಬಲವಾದ ಕಾಂತವೊಂದನ್ನು ತಂದಾಗ ಮಾತ್ರ ಇವು ಸಾಲಾಗಿ, ವ್ಯವಸ್ಥಿತವಾಗಿ, ಸೆಟೆದು ಎಂಬಂತೆ ನಿಲ್ಲುತ್ತವೆ; ಆ ಕಾಂತವು ಸ್ಪಷ್ಟ ನಿವ್ವಳ ಕಾಂತತ್ವವನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸುತ್ತದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯ ಕಬ್ಬಿಣ, ಉಕ್ಕುಗಳಲ್ಲೂ ಮೂಲತಃ ಅವ್ಯವಸ್ಥಿತವಾದ ಅಣುವಿಕ ಕಾಂತಗಳನ್ನು ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಸಾಲಾಗಿ ನಿಲ್ಲಿಸಿದಾಗ, ಇಂಥ ಹೊರ ಪ್ರಚೋದನೆಯಿಂದ ಸಾಕಷ್ಟು ಪ್ರಬಲ ಕಾಂತತ್ವವು ಏರ್ಪಡುತ್ತದೆ.



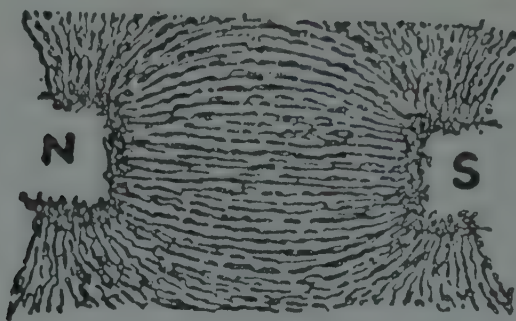
ಚಿತ್ರ 100: ಅಣುಕಾಂತಗಳ ಅವ್ಯವಸ್ಥೆ, ವ್ಯವಸ್ಥೆ.

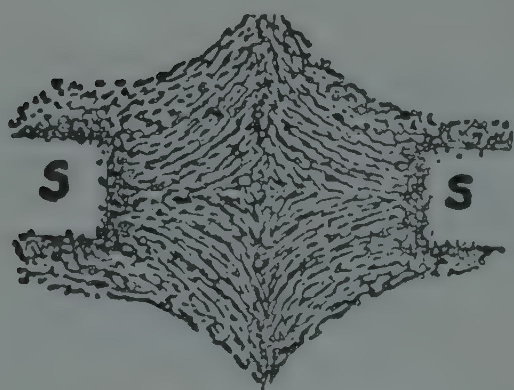
ಭೂಮಿಯು ತಾನೂ ಬೃಹತ್ತಾದ ಕಾಂತವೇ ಆಗಿದೆ. ಇದರ ಉತ್ತರ ಮೇರುವಿನ (ಭೌಗೋಲಿಕ ಉತ್ತರ ಧ್ರುವ) ಹತ್ತಿರ ಕೆನಡಾದಲ್ಲಿ ಇದರ ದಕ್ಷಿಣ ಧ್ರುವವೂ, ಅಂಟಾರ್ಟಿಕದಲ್ಲಿ, ದಕ್ಷಿಣ, ಭೌಗೋಲಿಕ ಮೇರುವಿನ ಹತ್ತಿರ, ಉತ್ತರ ಧ್ರುವವೂ ಇವೆ. ಈ ಧ್ರುವಗಳ ನಡುವೆ ಅವಶ್ಯವಾಗಿಯೂ ಕಾಂತ ಬಲವರ್ತನ ರೇಖೆ (Magnetic lines of force, ಕಾಂತರೇಖೆ)ಗಳಿವೆ. ಹೀಗೆ ಚಿಕ್ಕ ಒಂದು ಕಾಂತವನ್ನು ಅದರ ಮಧ್ಯಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಆಧರಿಸಿ ತೂಗಿದರೆ ಅದರ ಉತ್ತರಮುಖಿಯನ್ನು ಭೂಮಿಯ ಉತ್ತರಭಾಗದಲ್ಲಿದ್ದ ದಕ್ಷಿಣಧ್ರುವವೂ, ದಕ್ಷಿಣಮುಖಿಯನ್ನು ದಕ್ಷಿಣ ಭಾಗದಲ್ಲಿದ್ದ ಭೂಮಿಯ ಉತ್ತರ ಧ್ರುವವೂ ಆಕರ್ಷಿಸಿ ನಿಲ್ಲಿಸುವುವು. ಇದನ್ನೇ ನಾವು ಕಂಪಾಸು (Compass) ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಕಂಪಾಸು ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ, ದಕ್ಷಿಣ ಉತ್ತರಗಳನ್ನು ಈ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತದೆ.

ಸ್ಥೂಲ ದಕ್ಷಿಣೋತ್ತರಗಳೆಂದೆವಷ್ಟೆ. ಇದು ಸಹಜವೇ. ಇವು ಭೂಮಿಯ ಭೌಗೋಲಿಕ ಉತ್ತರ, ದಕ್ಷಿಣಗಳಲ್ಲ; ಬದಲು ಕಾಂತತ್ವದ ಉತ್ತರ, ದಕ್ಷಿಣಗಳು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಎಡೆಗಳಲ್ಲಿ ತುಸು ಅಂತರ ವಿದ್ದೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲೇ ಇರಲಿ, ಈ ಭೌಗೋಲಿಕ ದಕ್ಷಿಣೋತ್ತರ ಮತ್ತು ಕಾಂತ ದಕ್ಷಿಣೋತ್ತರಗಳ ನಡುವಣ ಕೋಣವನ್ನು ಆ ಸ್ಥಳದ ದಿಕ್ಪಾತ (Declination) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಕಾಂತಗಳ ಬಲವರ್ತನ ರೇಖೆಗಳು-ಕಾಂತ ರೇಖೆಗಳು ಕಾಂತವೊಂದರ ಉತ್ತರ ದಕ್ಷಿಣ ಧ್ರುವಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಆಕರ್ಷಿಸುವವಷ್ಟೆ. ಈ ಆಕರ್ಷಣೆಯ ಬಲವು ಅದೃಶ್ಯವೇ ಸರಿ. ಆದರೂ ಇದು ಹೇಗೆ ವ್ಯಕ್ತವಾಗುತ್ತಲಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ತೋರಿಸಬಹುದು. ಈ ಕಾಂತದ ಮೇಲೆ ಒಂದು ಚಿಕ್ಕ ಕಾಗದವನ್ನಿಟ್ಟು ಅದರ ಮೇಲೆ ಕಬ್ಬಿಣದ ತುಣುಕುಗಳನ್ನು ಚೆಲ್ಲಿರಿ. ಚಿತ್ರ 101ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ ಈ ತುಣುಕುಗಳು (ಕಬ್ಬಿಣದ ರಜಗಳು – Iron filings) ವ್ಯವಸ್ಥಿತವಾಗಿ, ಓರಣವಾಗಿ ನಿಲ್ಲುತ್ತವೆ.

ಸಜಾತೀಯ ಧ್ರುವಗಳೆರಡರ ನಡುವೆ ಕೂಡ ಇಂಥ ಬಲಗಳು ಹೇಗಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಈ ಕ್ರಮದಲ್ಲೇ ಚಿತ್ರಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಚಿತ್ರ 102 ನ್ನು ನೋಡಿರಿ. ಈ ಕಾಂತರೇಖೆಗಳು ಎಲ್ಲಿಯೂ ಒಂದನ್ನೊಂದು ಸಂಧಿಸದೆ, ಪರಸ್ಪರ ನಿರಸನದ ಕಾರಣದಿಂದ ಒಂದು ಮತ್ತೊಂದನ್ನು ಹಿಮ್ಮೆಟ್ಟಿಸುವಂತೆ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತದೆ.





ಚಿತ್ರ 101, 102· ಕಾಂತರೇಖೆಗಳು, ಆಕರ್ಷಣ ಮತ್ತು ನಿರಸನಗಳ ವಿವರಣೆ.

ವಿಜಾತೀಯ ಧ್ರುವಗಳ ನಡುವೆ – ಮುಖ್ಯ ಒಂದೇ ಕಾಂತದ ಎರಡು ಧ್ರುವಗಳ ನಡುವಣ ಬಲವರ್ತನ ರೇಖೆಗಳಾದರೋ ಆ ಕಾಂತದ ಧ್ರುವಗಳ ಬಲವನ್ನೇ ಹೊಂದಿವೆ. ಇವು ಅದೃಶ್ಯವೇ ಇದ್ದರೂ, ಧ್ರುವಗಳ ನಡುವೆ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಉತ್ತರದಿಂದ ದಕ್ಷಿಣ ಧ್ರುವಕ್ಕೆ ಎಳೆದು ಹಿಡಿಯಲಾದ ದಾರಗಳಿಂತಿವೆ ಎನ್ನಬಹುದು. ಈ ದಾರಗಳನ್ನು ಕಡಿದೊಗೆಯಬೇಕಾದರೆ ಶಕ್ತಿಯು ಅವಶ್ಯವಷ್ಟೆ. ಇಂಥ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಶಕ್ತಿಯೇ ರೂಪಪರಿವರ್ತನ ಹೊಂದುತ್ತ, ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯಾಗಿ ಲಭಿಸುವುದು. ಹೀಗೆ ಡೈನಮೋದಲ್ಲಿ (Dynamo) ಲೋಹದ–ಚಾಲಕದ–ಸುರುಳಿಯೊಂದು ಕಾಂತತ್ವದ ಬಲರೇಖೆಗಳನ್ನು ಕಡಿದೊಗೆದಾಗ, ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯು ಲಭಿಸುತ್ತದೆ; ಕಾರಣ, ಈ ಕಾಂತರೇಖೆಗಳನ್ನು ಕಡಿದಾಗಿನ ಶಕ್ತಿಯು ಶಕ್ತಿಯ ನಿತ್ಯತ್ವದ ಆಧಾರದ ಮೇರೆಗೆ ನಷ್ಟವಾಗುವಂತಿಲ್ಲ.

ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಶೋಧದ ಮುನ್ನ ಸಾಮಾನ್ಯ ಕ್ರಿ. ಶ. 1915 ರತನಕವೂ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯೆಂದರೇನು ಎಂಬುದನ್ನು ವಿವರಿಸುವುದು ಅಸಾಧ್ಯವೆನಿಸಿತ್ತು. ಆದರೆ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಯಾವಾಗಲೂ ಧನ ಧ್ರುವದಿಂದ ಋಣಕ್ಕೆ ಹರಿಯುತ್ತದೆಂಬ ಸಾರ್ವತ್ರಿಕ ಭಾವನೆಯೇ ಪ್ರಚಾರದಲ್ಲಿತ್ತು. ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಋಣ ಚಾರ್ಜನ್ನು (ವಿದ್ಯುತ್) ಪಡೆದಿದ್ದು ಕೆಥೋಡ್ ಕಿರಣದಂತೆಯೇ ಋಣ ಧ್ರುವದಿಂದ ಧನ ಧ್ರುವದತ್ತ ಧಾವಿಸುತ್ತದೆ; ಅಥವಾ, ನಿಜಕ್ಕಾದರೂ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ನಾವು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಋಣ ಧ್ರುವದಿಂದ ಧನ ಧ್ರುವಕ್ಕೆ ಚಲಿಸುವುದೆಂದೇ ನಿರ್ವಚಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಆದರೆ, ಸಂಪ್ರದಾಯದಿಂದ ಬಂದ ಭಾವನೆಗಳ ಪ್ರಕಾರ, ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಯಾವಾಗಲೂ ಧನದಿಂದ ಋಣ ಧ್ರುವಕ್ಕೆ

ಹರಿಯತಕ್ಕ ಏನೋ ಒಂದು ರೂಪದ ಶಕ್ತಿ. ಇಂಥ ಭಾವನೆಯ ಅಂಗೀಕಾರದಿಂದಲೂ ಎಂಥ ಪ್ರಮಾದವೂ ಆಗುವುದಿಲ್ಲ.

ಪರಿಚಾಲಕದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಹೇಗೆ ಹರಿಯುತ್ತದೆ? ಇದನ್ನು ನೀರಿನ ಚಲನೆಯೊಂದಿಗೆ ಹೋಲಿ ಕೊಳ್ಳುವ ವಾಡಿಕೆಯಿದೆ. ನೀರು ಎತ್ತರದಿಂದ ತಗ್ಗಿಗೆ ಹರಿಯುವುದಷ್ಟೆ, ತಗ್ಗಿನಿಂದ ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ಎಂದೂ ಹರಿಯಲಾರದು. ಅಲ್ಲದೆ, ಎತ್ತರವು ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ಪ್ರವಾಹದ ಭರವೂ ಜಾಸ್ತಿ. ಅಂದರೆ ಎತ್ತರದ ಟ್ಯಾಂಕಿನಿಂದ, ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಚ್ಛನ್ನ ಶಕ್ತಿಯ ಮಟ್ಟದಿಂದ ಕೆಳಗಿನ ಟ್ಯಾಂಕಿಗೆ, ಕಮ್ಮಿ ಪ್ರಚ್ಛನ್ನಶಕ್ತಿಯ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ನೀರು ಹರಿಯುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆಯೇ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯೂ ಕೂಡ, ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಚ್ಛನ್ನ ಮಟ್ಟದಿಂದ (Potential) ಕೆಳ ಪ್ರಚ್ಛನ್ನ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಹರಿಯುವಂಥದು. ಧನದಿಂದ ಋಣವು ಎಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಚ್ಛನ್ನಾಂತರದ ದಲ್ಲಿದೆಯೋ ಇದನ್ನೇ ಹೊಂದಿಕೊಂಡು ಪ್ರವಾಹದ ಭರವೂ (ಪರಿಮಾಣವೂ) ಹೆಚ್ಚುವುದು – ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವೂ ಹೆಚ್ಚುವುದು.

ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾದ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕಬಲವಾದರೋ (Electromotive force) ಎಷ್ಟರ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಹರಿವಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗಬಲ್ಲುದು ಎಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿಸಲಾರದು. ಆದರೆ ಇದು ತಾನು, ಚಾಲಕಬಲವಿದ್ದು ಪ್ರಚ್ಛನ್ನಾಂತರವನ್ನು (Potential difference) ತಿಳಿಸುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ವೋಲ್ಟ್(Volts)ಗಳಲ್ಲಿ ಅಳೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ನಿಶ್ಚಿತ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಹರಿಯುವುದು ಎಂಬುದರಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ ನ್ನೆಳೆಯುತ್ತೇವೆ. ಈ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಏಂಪೇರುಗಳಲ್ಲಿ (Amperes) ಅಳೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಸುಮಾರು 6,000,000,000,000,000,000,000,000 ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಒಂದು ಕೂಲೊಂಬ್ (Coulomb) ಎಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿ ಸೆಕುಂಡಿಗೂ 1 ಕೂಲೊಂಬ್ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಒದಗಿ ಸುವ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವೇ ಏಂಪೇರ್ (Ampere)ಮಾನ.

ಹೀಗೆ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕ ಬಲವನ್ನು ವೋಲ್ಟ್‌ಗಳಲ್ಲೂ ಇದನ್ನೇ ಪ್ರಚ್ಛನ್ನಾಂತರಗಳನ್ನು ಅಳೆವ ಮಾನವೆಂದೂ, ಅಲ್ಲದೆ, ಈ ಪ್ರಚ್ಛನ್ನಾಂತರವು ತಾನು ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲಗಳಲ್ಲಿ ಹರಿಯಿಸುವ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರ ವಾಹವನ್ನು ಏಂಪೇರ್‌ಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಅಳೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನರಿತೆವು. ಈ ಮಾನಗಳನ್ನು ಅಲ್ಲೆಸ್ಸಾಂಡ್ರೋ ವೋಲ್ಟಾ ಎಂಬ ಇಟೆಲಿಯ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಮತ್ತು ಫ್ರೆಂಚ್ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞ ಅಂದ್ರೇ ಆಂಪೇರ್ ಎಂಬವರ ಹೆಸರಿನಲ್ಲಿ ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ.

ವಸ್ತುಗಳ ಚಲನೆಯನ್ನು ಘರ್ಷಣೆಯು ವಿರೋಧಿಸುತ್ತದೆಂದು ಪರಿಶೀಲಿಸಿರುವೆವಲ್ಲವೆ? ಹೀಗೆಯೇ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನೂ ವಿರೋಧಿಸುವ ಗುಣವೊಂದು ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರು ತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ವಿದ್ಯುನ್ನಿರೋಧ (Elecctrical resistance) ವೆನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಈ ನಿರೋಧ ವನ್ನು ಓಮ್ಸ್ (ohm)ಗಳಲ್ಲಿ ಅಳೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ವೋಲ್ಟ್ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕಶಕ್ತಿಯು (ಬಲವು) ಒಂದು ಓಮ್ಸ್ ನಿರೋಧವುಳ್ಳ ಚಾಲಕದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಏಂಪೇರ್ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಹರಿಯಿಸುವುದು.

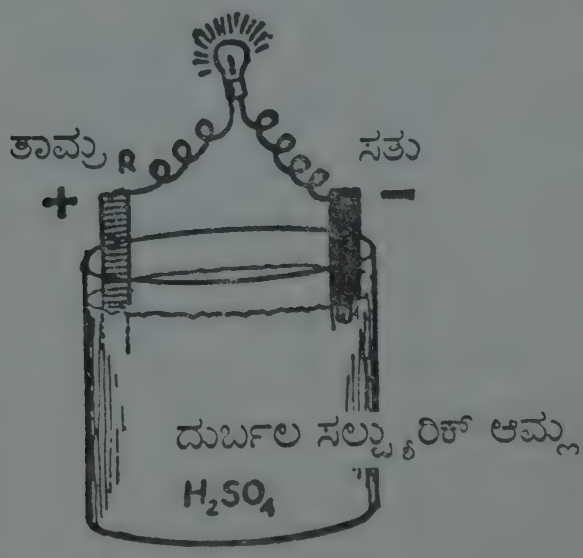
ಅಂತೂ ಈ ಕೆಳಗಿನ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಜ್ಞಾಪಕದಲ್ಲಿಡತಕ್ಕದ್ದು:

1. ವೋಲ್ಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಅಳೆಯಲಾಗುವ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕಬಲವಾದರೋ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ.
2 ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಏಂಪೇರುಗಳಲ್ಲಿ ಅಳೆಯಲ್ಪಟ್ಟು, ನಿಜಕ್ಕೂ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಹರಿವಿನ ವೇಗ ವನ್ನೇ ಇದು ನಿರ್ಣಯಿಸುತ್ತದೆ.
3. ವಿದ್ಯುನ್ನಿರೋಧವು ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಹರಿವಿಗೆ ಒಡ್ಡಲಾಗುವ ಪ್ರತಿಭಟನೆ; ಇದನ್ನು ಓಮ್ಸ್ ಗಳಲ್ಲಿ ಅಳೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಒಂದು ಮುಖ್ಯ ನಿಯಮವಿದೆ. ಇದೇ ಓಮ್ಸ್‌ನ ನಿಯಮ (Ohm's law). ಇದರ ಮೇರೆಗೆ ಒಂದು ಚಾಲಕದಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಅದರಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕ ಬಲಕ್ಕೆ ಆನುಪಾತಿಕವಾಗಿದೆ. ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕ ಬಲ (ವೋಲ್ಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ) – ವಿದ್ಯುನ್ನಿರೋಧ (ಓಮ್ಸ್‌ಗಳಲ್ಲಿ)—ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ (ಏಂಪೇರ್) ಗಳಲ್ಲಿದ್ದಾಗ,

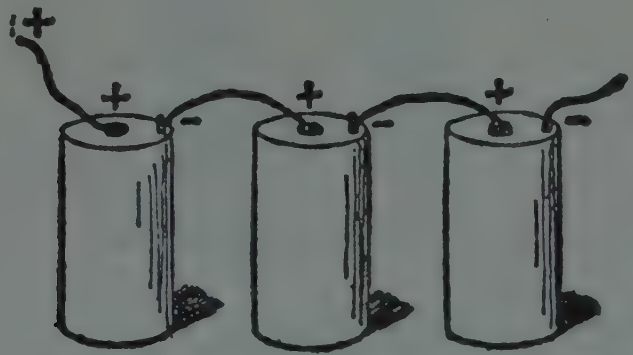
$$\text{ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ } (I) = \frac{\text{ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕ ಬಲ } (E)}{\text{ವಿದ್ಯುನ್ನಿರೋಧ } (R)}$$

ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ವಿಧಾನಗಳು ಅಯಸ್ಕಾಂತದ ವಿರುದ್ಧ ಧ್ರುವಗಳ ನಡುವೆ ಚಾಲಕದ ಸುರುಳಿಯನ್ನು ತಿರುಗಿಸಿ, ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಪಡೆಯಬಲ್ಲೆವು ಎಂದು ಹೇಳಿದೆವಷ್ಟೆ. ಹಾಗೆಯೇ, ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶ ಬೆಟರಿಗಳು (Battery– ಮಾಲೆಗಳು) ಕೂಡ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಒದಗಿಸುವ ಮುಖ್ಯ ಸಾಧನಗಳಾಗಿವೆ. ಈ ಎರಡನೆಯ ವಿಧಾನವನ್ನು ಮೊತ್ತಮೊದಲು ಸೂಚಿಸಿದವನು ವೋಲ್ಟಾ. ಚಿತ್ರ 103 ರಲ್ಲಿ ಈತನು ಸುಮಾರು ಕ್ರಿ. ಶ. 1800 ರಲ್ಲಿ ಯೋಜಿಸಿಕೊಂಡ ವೋಲ್ಟಾ ಕೋಶವನ್ನು ಚಿತ್ರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಒಂದು ಅಗಲ ಬಾಯಿಯ ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ದುರ್ಬಲ ಸಲ್ಫ್ಯೂರಿಕ್ ಆಮ್ಲವಿದೆ; ಈ ದ್ರವದಲ್ಲಿ ತಾಮ್ರ ಮತ್ತು ಸತುಗಳ ಎರಡು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಪಟ್ಟಿಗಳನ್ನು ಅದ್ದಿಡಲಾಗಿದೆ; ಮತ್ತು ಹೊರಗಿನಿಂದ ಇವುಗಳನ್ನು ಜೋಡಿಸಿದಾಗ, ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯು ಕಂಡುಬರುವುದರೊಡನೆ, ಹೊರಗಿನ ಸರಿಗೆಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಹರಿಯುತ್ತದೆ. ತಾಮ್ರ ಮತ್ತು ಸತುಗಳ ನಡುವೆ ಚಿಕ್ಕ ಬಲ್ಬನ್ನೋ, ವಿದ್ಯುತ್ತು ಗಂಟೆಯನ್ನೋ ಸೇರಿಸಿದರೆ, ಇದು ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಅಸ್ತಿತ್ವವನ್ನು ಬಹಳ ಸುಲಭವಾಗಿ, ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ, ಪ್ರಕಟಿಸುವುದು. ಈ ಕೋಶದ ಧನ ಮತ್ತು ಋಣದ್ವಾರಗಳನ್ನು ವೈದ್ಯುತ ದ್ವಾರಗಳು (Electrodes) – ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋಡ್ – ಗಳೆಂದೂ ಒಂದನ್ನು ಧನದ್ವಾರವೆಂದೂ ಮತ್ತೊಂದನ್ನು ಋಣ ದ್ವಾರವೆಂದೂ ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಇದನ್ನು ಆರ್ದ್ರ (ಒದ್ದೆ, wet) ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶವೆಂದೂ ಕರೆಯುವುದಿದೆ; ಕಾರಣ, ಇದರಲ್ಲಿ ದ್ರವ್ಯವಿದೆ. ಶುಷ್ಕಕೋಶಗಳಲ್ಲಾದರೋ ತತ್ವವು ಇಂಥದೇ ಇದ್ದರೂ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂಯುಕ್ತಗಳು ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿವೆ; ಅನೇಕ ಶುಷ್ಕಕೋಶಗಳನ್ನು ಸಾಲಾಗಿ ಜೋಡಿಸಿ, ಚಿತ್ರ 104 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ ಒಂದು ವೈದ್ಯುತ ಬೆಟರಿಗಳ ಪಂಕ್ತಿಯ



ಚಿತ್ರ 103: ವೋಲ್ಟನ ಕೋಶ.

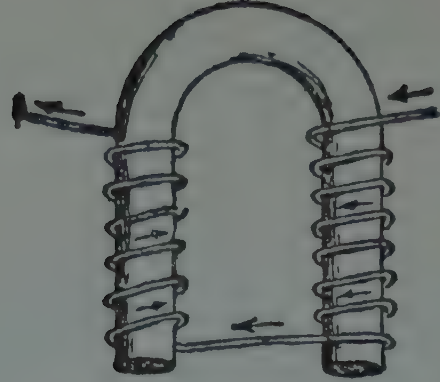
ನ್ನೊದಗಿಸಬಹುದು. ಇಂಥ ಯೋಜನೆಯಿಂದ ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕ ಬಲವು ಲಭಿಸುತ್ತದೆ ಎನ್ನಬಹುದು. ಇಂಥ ಶ್ರೇಣಿಬದ್ಧ (In series) ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟು ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕ ಬಲವು ಪ್ರತಿಯೊಂದರ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕಬಲವನ್ನು ಕೂಡಿಸಿ ಬಂದ ಮೊತ್ತಕ್ಕೆ ಸಮ.



ಚಿತ್ರ 104: ಕೋಶಗಳ ಶ್ರೇಣಿ.

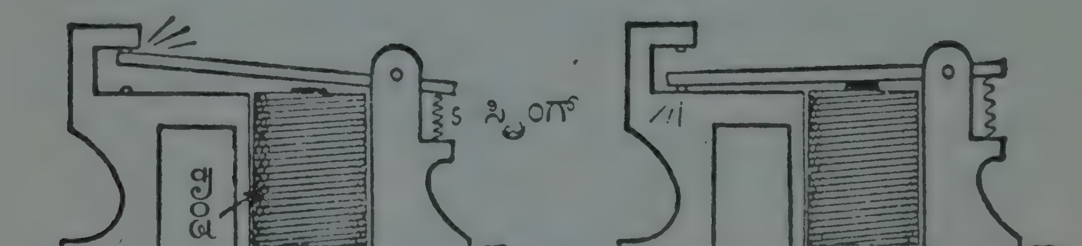
ಶುಷ್ಕಕೋಶದ ರಚನೆ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಗಂಟೆ, ಕ್ಷಣದೀಪ (Flash light) ಸಂಕೇತಕಾರಕಗಳು (Signal device) ಮೊದಲಾದುವುಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಶುಷ್ಕಕೋಶಗಳನ್ನೇ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಶುಷ್ಕಕೋಶದಲ್ಲಿ ಸತುವಿನ ಹೊರಪಾತ್ರೆಯೇ ಋಣ ದ್ವಾರ; ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ತುಸುವೇ ಹೊರಕ್ಕೆ ಚಾಚಿರುವ ಇಂಗಾಲದ ಸರಳು ಧನ ದ್ವಾರ. ನಡುವೆ ಸಲ್ಫ್ಯೂರಿಕ್ ಆಮ್ಲದ ಬದಲು ಇಂಗಾಲದ ತುಣುಕುಗಳು, ಮೇಂಗನೀಸ್ ಡೈ ಆಕ್ಸಾಯಿಡ್, ಮತ್ತು ನವಸಾಗರಗಳ ಮಿಶ್ರಣವಿದೆ. ಈ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದಲೇ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುತ್ತದೆ. ಶುಷ್ಕಕೋಶದ ಮೇಲ್ಭಾಗವನ್ನು ಡಾಮರ್ ಪಿಚ್ಚಿನಿಂದಲೂ (pitch) ತಕ್ಕಷ್ಟು ಬ್ಲಾಟಿಂಗ್ ಕಾಗದದಿಂದಲೂ ಮುಚ್ಚಿದ್ದು, ದ್ರವಗಳ ಹರಡುವಿಕೆಗೆ ಅವಕಾಶವೇ ಇಲ್ಲ. ಕೆಲವು ಶುಷ್ಕಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಇಂಗಾಲದ ಸರಳಿನ ಬದಲು, ತಾಮ್ರವನ್ನೇ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಕ್ಷಣದೀಪದೊಳಗೆ ಈ ಬೆಟರಿಗಳನ್ನು ಹಾಕಿದಾಗ, ಬಲ್ಬಿನೊಡನೆ ಧನದ್ವಾರವೂ, ಅವುಗಳ ಋಣದ್ವಾರವಾದ ಹೊರ ಹೊದಿಕೆಯೊಂದಿಗೆ ಕ್ಷಣದೀಪದ ಹೊರಕವಚವೂ ಜೋಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ. ಹೊರ ಹೊದಿಕೆಯಲ್ಲಿರುವ ಚಿಕ್ಕ ಸನ್ನೆಯನ್ನು ಅದುಮಿದಾಗ ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲವು ಪೂರಯಿಸಲ್ಪಟ್ಟು, ಪ್ರವಾಹವು ಇದರಲ್ಲಿ ಹರಿಯುತ್ತದೆ. ಬಲ್ಬಿನ ತಂತು, ಪ್ರವಾಹದ ಹರಿವಿನ ಫಲವಾಗಿ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾಗುತ್ತದೆ.

ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ (Electromagnet) ಅಯಸ್ಕಾಂತವು ಕಬ್ಬಿಣದ ರಜಗಳನ್ನು ಯಾವಾಗಲೂ ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತದೆ. ಇದು ಶಾಶ್ವತವಾದ ಕಾಂತ. ಬರೇ ಕಬ್ಬಿಣಕ್ಕೆ ಹೀಗೆ ಕಬ್ಬಿಣದ ರಜಗಳನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುವ ಗುಣವೇನೂ ಇಲ್ಲ. ಆದರೆ ಕಬ್ಬಿಣದ ಸುತ್ತಲೂ ಸುರುಳಿಯೊಂದನ್ನು ಸುತ್ತಿ, ಇದರ ಮೂಲಕ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಹರಿಯಿಸಿದರೆ, ಆಗ ಕಬ್ಬಿಣವು ಅಯಸ್ಕಾಂತದಂತೆಯೇ ವರ್ತಿಸುವುದು. ಓಯರ್ ಸ್ಟೆಡ್ ಮತ್ತು ಫೇರೆಡೆಗಳ ಶೋಧಗಳ ಫಲವಾಗಿ, ಇದಿಷ್ಟು ತಿಳಿದುಬಂದ ನಂತರ, ಚಿತ್ರ 105ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ, ಒಂದು ಕಬ್ಬಿಣದ ಲಾಳದ ಸುತ್ತಲೂ ಸುರುಳಿ ಸುತ್ತಿ, ಇದರಲ್ಲಿ ವಿದುತ್ತನ್ನು ಹರಿಯಿಸಲಾಯಿತು. ಆಗ ಇದು ಕಾಂತದಂತೆ ವರ್ತಿಸಿತು, ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಿದೊಡನೆಯೇ ಇದರ ಕಾಂತತ್ವವು ಅದೃಶ್ಯವಾಯಿತು. ಹೀಗೆ ಇದು ತಾತ್ಕಾಲಿಕ (Temporary) ಕಾಂತತ್ವವನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸಿತು. ಸುರುಳಿಯ ನಡುವೆ ಒತ್ತುಗುಂಡಿಯೊಂದನ್ನಿಟ್ಟು ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಅಡೆತಡೆಯಿದ್ದೇ ಹರಿಯುವಂತೆ



ಚಿತ್ರ 105: ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ.

ಮಾಡಿದಾಗಲೋ, ಇದು ಒಮ್ಮೆ ಕಾಂತದಂತೆ ಮತ್ತೊಮ್ಮೆ ಬರೇ ಕಬ್ಬಿಣದಂತೆಯೂ ವರ್ತಿಸುತ್ತ, ಇದರ ತುದಿಗೆ ಅಂಟಿಸಲಾದ ಕಬ್ಬಿಣದ ಸರಳನ್ನು ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡುವುದು. ಇದೇ ತತ್ವವನ್ನು ಟೆಲಿಗ್ರಾಫ್‌ನಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗಿದೆ. ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದಂತೆ, ಒಂದು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತದ ತುದಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಚಿಕ್ಕ ಕಬ್ಬಿಣದ ತುಂಡನ್ನು ನ್ಯೂಯೋರ್ಕ್ ಪಟ್ಟಣದಲ್ಲಿ ಆಕರ್ಷಿಸಿ ಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆನ್ನಿರಿ. ಆ ಕಾಲಕ್ಕೆ ನ್ಯೂಯೋರ್ಕ್ ಪಟ್ಟಣದಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಚಿಕಾಗೋ ಪಟ್ಟಣದಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಹರಿದರೆ, ಅಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಇಂಥದೇ ಲಾಳಾಕಾರದ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತದ ಧ್ರುವಗಳು ಮತ್ತೊಂದು ಪಟ್ಟಿಯನ್ನಾಕರ್ಷಿಸಿ ಹಿಡಿಯಬಲ್ಲುವು. ಗುಂಡಿಯನ್ನು ಸಡಿಲುಬಿಟ್ಟು ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲವನ್ನು ನ್ಯೂಯೋರ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಕಡಿದೊಗೆದೊಡನೆ, ಅದೇ ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲವು ಚಿಕಾಗೋವಿನಿನಲ್ಲಿಯೂ ಕಡಿದು, ಕಬ್ಬಿಣದ ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ಹಿಂದೊಗೆಯುವುದು. ಹೀಗೆ ಆವರ್ತವಾಗಿ, ಆಕರ್ಷಣೆ ಮತ್ತು ನಿರಸನಗಳನ್ನು ಮರುಕಳಿಸಿ ನಿಷ್ಟ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಈ ಸದ್ದುಗಳ ತಕ್ಕ ಪರಿಭಾಷೆಯಿಂದ (Code)–ಸಂಕೇತದಿಂದ–ಯಾವ ವರ್ತಮಾನವನ್ನೂ ಒಂದೆಡೆಯಿಂದ ಇನ್ನೊಂದೆಡೆಗೆ ಸಾಗಿಸಬಹುದು. ಇದನ್ನೇ ಚಿತ್ರ 10 ರಲ್ಲಿ ಟೆಲಿಗ್ರಾಫ್‌ನ ಮೂಲಸೂತ್ರವಾಗಿ ವಿವರಿಸಲಾಗಿದೆ.

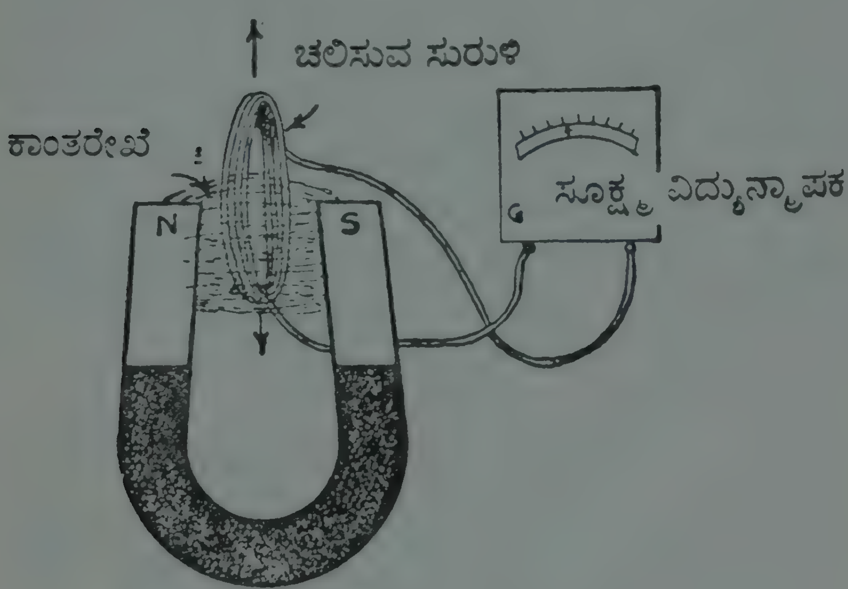


ಚಿತ್ರ 106: ಟೆಲಿಗ್ರಾಫ್.

ಇದರಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತವೊಂದರ ಮೇಲೆ ಸ್ಟೀಲ್‌ಪಟ್ಟಿಯೊಂದು ಮೇಲೆ, ಕೆಳಗೆ ಚಲಿಸಲು ಅನುಕೂಲತೆ ಪಡೆದಿರುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯುತ್ತು ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ಹರಿಯದೆ ಇರುವಾಗ, ಸ್ಟೀಲುಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ಒಂದು ಸ್ಪ್ರಿಂಗಿನ ಸಹಾಯದಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತದಿಂದ ತುಸು ದೂರದಲ್ಲೇ ಹಿಡಿದಿಡಲಾಗಿದೆ. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತದಲ್ಲಿ ಪ್ರವಾಹ ಹರಿಯುತ್ತಲೂ ಸ್ಟೀಲುಪಟ್ಟಿ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತದತ್ತ ಆಕರ್ಷಿಸಲ್ಪಟ್ಟು ಒಂದು ವಿಶಿಷ್ಟ ಸದ್ದನ್ನು ತಾನು ಒಂದು ಗುಂಡಿಯೊಡನೆ ಮಾಡುವ ಆಘಾತದಿಂದ ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ.

ಇಂಥ ವಿಶಿಷ್ಟ ಸದ್ದುಗಳನ್ನು ಕ್ಷಣಿಕವಾಗಿಯೂ, ತುಸುವೇ ಅಂತರವಿದ್ದೂ, ವಿಶಿಷ್ಟ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿಯೂ ಒಂದೊಂದು ಅಕ್ಷರಕ್ಕೆ ಇಂಥದೇ ಸಂಕೇತದ ಸದ್ದುಗಳೆಂಬ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿ, ನ್ಯೂಯೋರ್ಕ್ ಪಟ್ಟಣದಿಂದ ಇನ್ನಾವ ಪಟ್ಟಣಕ್ಕೂ, ಯಾವ ವಾರ್ತೆಯನ್ನೂ, ಕಳುಹಬಹುದು. ಇದೇ ದೂರವಾರ್ತಾಪ್ರೇಕ್ಷಣದ (Telegraph) ತತ್ವ. ಕ್ಷಣದಂತರದ ಸದ್ದುಗಳನ್ನು ಡೋಟ್ (Dot)ಗಳೆಂತಲೂ ತುಸು ಅಂತರದ ಸದ್ದುಗಳನ್ನು ಡೇಶ್ (Dash)ಗಳೆಂತಲೂ ಕರೆದು, ಮೋರ್ಸ್ ಸಂಕೇತದಲ್ಲಿ (Mose code) ಒಂದೊಂದು ಅಕ್ಷರಕ್ಕೂ ಒಂದೊಂದು ತರದ ಸದ್ದುಗಳ ಜೋಡಣೆಯಿದ್ದುದರಿಂದಲೇ ವಾರ್ತಾ ಪ್ರೇಷಣೆಯು ಸುಲಭಸಾಧ್ಯವೆನಿಸಿತು. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತವಾದರೋ ಮಾನವನಿರ್ಮಿತ ಸಾಧನಗಳಲ್ಲಿ ಶ್ರೇಷ್ಠ ಸ್ಥಾನವನ್ನೇ ಪಡೆದಿದೆ. ಡೈನೆಮೋ, ಮೋಟರ್, ಟೆಲಿಫೋನ್, ರೇಡಿಯೋ, ಟೆಲಿವಿಶನ್, ಟಾಕಿಗಳಲ್ಲಿ, ವಿದ್ಯುತ್ ಗಂಟೆಗಳಲ್ಲಿ, ಮೊದಲಾದುವುಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತಗಳು ಇದ್ದೇ ಇವೆ.

ಕಾಂತದಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ ಕಾಂತತ್ವದ ಲಕ್ಷಣವೇನೇನೂ ಇಲ್ಲದ ಕಬ್ಬಿಣವನ್ನು ಹೇಗೆ ಕಾಂತವನ್ನಾಗಿ ಮಾಡಬಹುದೆಂಬುದನ್ನು ಇಷ್ಟರಲ್ಲೇ ಪರಿಶೀಲಿಸಿದಿರಲ್ಲವೆ? ಅದರ ಸುತ್ತಲೂ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕದ ಸುರುಳಿ ಸುತ್ತಿ, ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಕಳುಹುವುದರಿಂದ ಕಬ್ಬಿಣವು ಅಯಸ್ಕಾಂತವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರ ವಿರುದ್ಧ ಕ್ರಿಯೆಯು ಸಾಧ್ಯವಾಗಬಹುದೆ? ಅಯಸ್ಕಾಂತವೊಂದರಿಂದ ನಾವು ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಪಡೆಯ ಬಲ್ಲೆವೆ? ಚಿತ್ರ 107ರಲ್ಲಿ Nಮತ್ತು S ಗಳು ಲಾಳಾಕೃತಿಯ ಅಯಸ್ಕಾಂತದ ಧ್ರುವಗಳು. ಇವುಗಳ



ಚಿತ್ರ 107: ಕಾಂತತ್ವಪ್ರೇರಿತ ವಿದ್ಯುತ್

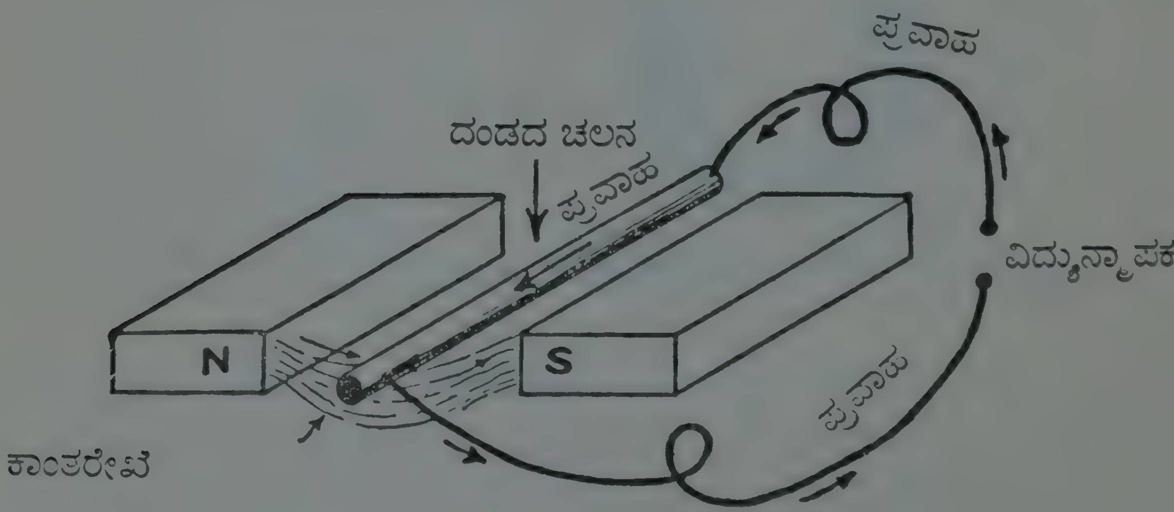
ನಡುವೆ ಮೇಲಿಂದ ಕೆಳಕ್ಕೆ, ಕೆಳಗಿನಿಂದ ಮೇಲಕ್ಕೆ, ಒಂದು ಲೋಹದ ಚಾಲಕವನ್ನು ನೀವು ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೆ, ಇದರ ಮೂಲಕ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಹರಿಯುವುದು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಈ ಲೋಹದ ಚಾಲಕ ಸುರುಳಿಯು ಹೀಗೆ ಚಲಿಸುವಾಗಲೋ ಇದರೊಳಗೆ ಹಾದುಹೋಗುವ ಕಾಂತಬಲರೇಖೆಗಳೂ ಹೆಚ್ಚು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತವೆ. ಇಂಥ ಬದಲಾವಣೆಯೇ ಈ ಸುರುಳಿಯ ತುದಿಗಳ ನಡುವೆ ವೈದ್ಯುತ ಪ್ರಚ್ಛನ್ನಾಂ ತರಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಇದೇ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಕೂಡ ಕಾರಣವಾ ಗುವುದು.ಸುರುಳಿಯ ತುದಿಗಳನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಗೆಲ್ವನೋಮೀಟರ್‌ಗೆ ಜೋಡಿಸಿದರೆ, ಅದು ಬಹಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಪ್ರವಾಹಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಿ ತೋರುವುದು.

. ಈ ಪ್ರವಾಹವಾದರೋ ಸುರುಳಿಯು ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವಾಗ ಮಾತ್ರ ಕಾಣುವುದೇ, ವಿನಾ ಯಾವಾಗಲೂ ಸುರುಳಿಯು ಇದ್ದಂತೆಯೇ ಇದ್ದರೆ, ಕಾಣುವಂಥದಲ್ಲ; ಅಥವಾ, ಸುರುಳಿಯು ತನ್ನ ಭ್ರಮಣಗಳಿಂದಲೋ ಚಲನವಲನಗಳಿಂದಲೋ, ಕಾಂತರೇಖೆಗಳನ್ನು ಕಡಿಯುತ್ತ ಇದ್ದಷ್ಟು ಸಮಯ ಮಾತ್ರ, ಪ್ರೇರಿತ ಪ್ರವಾಹವು ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ಗೋಚರಿಸುವುದು. ಚುಟುಕಾಗಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಸುರುಳಿಯ ಮೂಲಕ ಸದಾ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವು ಬದಲಾಗುತ್ತಿದ್ದರೆ ಮಾತ್ರ, ಇಲ್ಲವೆ, ಕಾಂತರೇಖೆಗಳು ಕಡಿಯುವಂಥ ವೇಗವು ಹೆಚ್ಚುಕಮ್ಮಿಯಾಗುತ್ತಿದ್ದರೆ ಮಾತ್ರ, ಆಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಗೋಚರವಾಗುವುದು.

"ಪ್ರೇರಿತವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕ ಬಲವಾದರೋ ಆ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ಹಾದುಹೋಗುವ ಮತ್ತು ಕಡಿಯಲ್ಪಡುವ ಕಾಂತಬಲರೇಖೆಗಳ ಕಡಿತದ ವೇಗಕ್ಕೆ ಆನುಪಾತಿಕವಾಗಿದೆ."

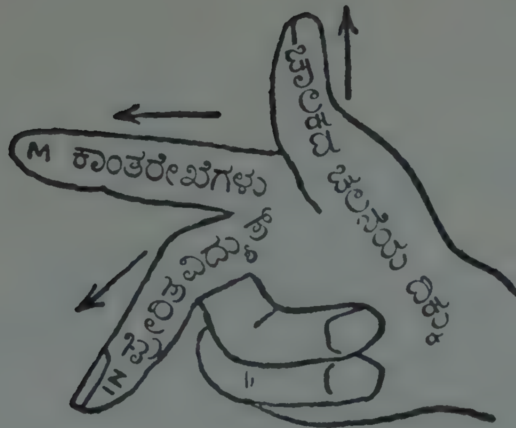
ಶಾಶ್ವತ ಕಾಂತಗಳಲ್ಲಿನ ತೀವ್ರತೆಯಾದರೋ ಎಷ್ಟೆಂದರೂ ಕಡಿಮೆಯೇ, ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಕೈಯಿಂದ ಲಷ್ಟೇ ಸುರುಳಿಯನ್ನು ಚಲಾಯಿಸುವ ವಿಧಾನವನ್ನೂ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿದ್ದೇವೆ. ಆದರೆ ತಾತ್ಕಾಲಿಕ ಕಾಂತತ್ವವನ್ನು ಪಡೆಯುವ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಂತತ್ವದ ತೀವ್ರತೆಯು ಬೃಹತ್ತಾಗಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಸುರುಳಿಗಳನ್ನು ವೇಗವಾಗಿ ಭ್ರಮಿಸುವಂತೆ ಮಾಡುವುದೂ ಇಂದಿನ ಯಂತ್ರಯುಗದಲ್ಲಿ ಸುಲಭವೇ. ಇವುಗಳನ್ನು, ಇಷ್ಟರ ಸುಧಾರಣೆಗಳನ್ನು, ಒದಗಿಸಿಕೊಂಡಲ್ಲಿ, ಕಾಂತರೇಖೆಗಳನ್ನು ಕಡಿಯುವ ವೇಗವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪರಿಮಾಣದ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನೊದಗಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

ವಿದ್ಯುದುತ್ಪಾದಕ (Generator) ಡೈನೆಮೋ ಎಂದು ಹಿಂದೆ ಕರೆಯಲ್ಪಡುತ್ತಲಿದ್ದ ವಿದ್ಯುದುತ್ಪಾದಕದ ರೂಪರೇಷೆಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರ 108 ರಲ್ಲಿ ಒದಗಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಕಾಂತಧ್ರುವಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಸರಳೊಂದು ಕಾಂತರೇಖೆಗಳನ್ನು ಕಡಿಯುತ್ತಲಿದೆ. ಇದು ಮೇಲೆ, ಕೆಳಗೆ ಹೋಗುತ್ತಿದ್ದಂತೆ, ಇದರ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಹರಿಯುತ್ತದೆ. ಈ ಸರಳು ಕೆಳಗೆ ಚಲಿಸುವಾಗ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗಿ ಹರಿಯುವ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಚಿತ್ರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಸರಳು ಮೇಲೆ ಸರಿಯುವಾಗ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ದಿಕ್ಕೂ ವಿರುದ್ಧವಾಗುತ್ತದೆ. ಬಲ ಕೈಯ ಹೆಬ್ಬೆಟ್ಟು, ತೋರ್ಬೆಟ್ಟು ಮತ್ತು ಮಧ್ಯದ ಬೆಟ್ಟುಗಳನ್ನು ಪರಸ್ಪರ ಲಂಬವಾಗಿ ಹಿಡಿದು, ಹೆಬ್ಬೆಟ್ಟನ್ನು ಚಲನೆಯ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲೂ ತೋರ್ಬೆಟ್ಟನ್ನು ಕಾಂತರೇಖೆಗಳ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲೂ ಹಿಡಿದಾಗ, ಮಧ್ಯಬೆರಳು ಪ್ರವಾಹದ ಗತಿಯ ದಿಕ್ಕನ್ನು ತೋರುವುದು.



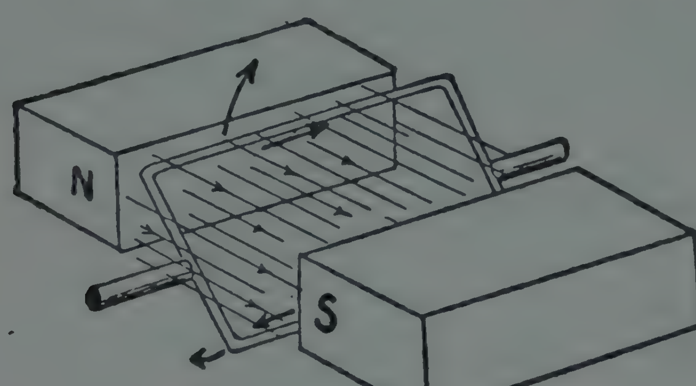
ಚಿತ್ರ 108: ವಿದ್ಯುದುತ್ಪಾದಕ (ಜನರೇಟರ್)

ಇದನ್ನು ಬಲಗೈ ನಿಯಮ (Right hand rule) ವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಇದನ್ನಾಧರಿಸಿ ನಾವು ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹ ಹರಿಯುವ ದಿಕ್ಕನ್ನೂ ತಿಳಿಯಬಹುದು. ಚಿತ್ರ 109 ರಲ್ಲಿ ಇದನ್ನು ತೋರಿಸಿ ವಿವರಿಸಲಾಗಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 109: ಬಲಗೈ ಬೆರಳುಗಳ ನಿಯಮ.

ಚಿತ್ರ 110 ರಲ್ಲಿ ಸರಳಿನ ಬದಲು, ಒಂದು ಆಯತಾಕಾರದ ಲೋಹದ ಸುರುಳಿಯನ್ನು ಒಂದು ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತಲೂ ತಿರುಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ವೇಗವಾಗಿ ನಿಶ್ಚಿತಾಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುತಂದಾಗ ಅದರ ಒಂದು ಅಂಚು ಮೇಲೇರುತ್ತಲೂ, ಅದರ ವಿರುದ್ಧ ಅಂಚು ಕೆಳಗೆ ಬರುತ್ತಲೂ ಇದ್ದು, ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ಎಳೆಯಲಾದ ಬಾಣದ ಗುರುತು ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ, ಇಷ್ಟು ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ

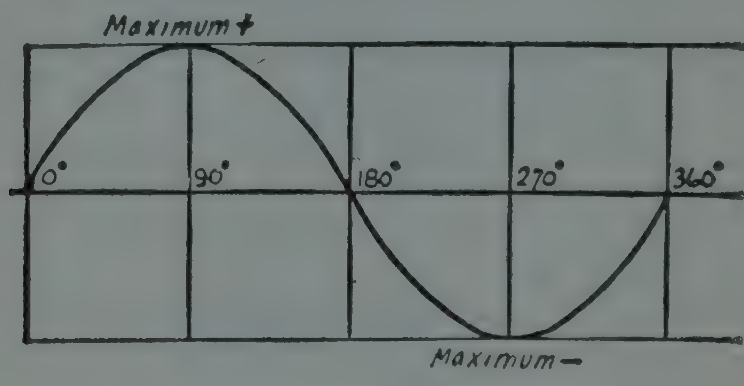


ಚಿತ್ರ 110: ಜನರೇಟರ್.

ಸುರುಳಿ ಕಾಂತರೇಖೆಗಳಿಗೆ ಲಂಬವಾದಾಗಲೋ, ಅತ್ಯಧಿಕ ಕಾಂತರೇಖೆಗಳು ಕಡಿಯಲ್ಪಡುತ್ತವೆ; ಸುರುಳಿ ಕಾಂತರೇಖೆಗಳ ಮಟ್ಟದಲ್ಲೇ ಇದ್ದಾಗ ಕಡಿಯಲ್ಪಡುವ ಕಾಂತರೇಖೆಗಳು ಅತ್ಯಲ್ಪವೆನಿಸುವುವು. ಹೀಗೆ ಕಾಂತರೇಖೆಗಳ ಕಡಿತದ ವೇಗವೂ ಬದಲಾಗುತ್ತಲೇ, ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕ ಬಲವೂ ಸ್ಪಂದನಶೀಲತೆಯನ್ನು ತೋರುವುದು. ಶೂನ್ಯದಿಂದಾರಂಭಿಸಿ ಹೆಚ್ಚುತ್ತ, ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಧಿಕವಾಗಿ ಒಂದು ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಹರಿದು, ಪುನಃ ಹರಿವು ಶೂನ್ಯವೆನಿಸುವುದು; ಅನಂತರ, ಅದೇ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರವಾಹವು ಹರಿಯುತ್ತ ಪುನಃ ಶೂನ್ಯದಿಂದ ಹೆಚ್ಚುತ್ತ ಅತ್ಯಧಿಕ ಬೆಲೆಯನ್ನೈದಿ ನಂತರ ಪ್ರವಾಹವು ಇಳಿಮುಖವಾಗಿ, ಕನಿಷ್ಠ ಬೆಲೆಯನ್ನೂ ಮುಟ್ಟುವುದು. ಹೀಗೆ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ಪಡೆಯುವ ಈ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ತಕ್ಕ ಬ್ರಶ್ (Brush)ಗಳ ಮೂಲಕ ಹೊರಮಂಡಲದಲ್ಲಿಯೂ ಒದಗಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಇವುಗಳ ಮೂಲಕ ಹರಿಯುವ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವಾದರೋ ಒಮ್ಮೆ ಒಮ್ಮುಖ

ವಾಗಿ ಹರಿದರೆ, ಮತ್ತೊಂದು ಅರ್ಧಭ್ರಮಣದ ವೇಳೆ ಒಮ್ಮುಖವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತ, ಒಂದು ತರದ ಸ್ಪಂದನವನ್ನು, ಇಲ್ಲವೆ ಆವರ್ತನೆಯನ್ನು ತೋರುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ನಾವು ಆವರ್ತ ವಿದ್ಯುತ್ತೆಂತಲೂ (Alternate current), ಇಂಥ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕ ಬಲವನ್ನು ಆವರ್ತ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕ ಬಲವೆಂತಲೂ ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಸುರುಳಿಗಳ ವಿಸ್ತಾರ, ಎಳೆಗಳ (Turns) ಸಂಖ್ಯೆ ಇದರ ಭ್ರಮಣವೇಗ ಮತ್ತು ಕಾಂತತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿಯೇ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕಬಲದ ಪರಿಣಾಮವು – ಇದರ ಅತ್ಯಧಿಕ ಬೆಲೆಯು – ಬದಲಾಗುವಂಥದು ಎಂಬುದನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಜ್ಞಾಪಕದಲ್ಲಿಡತಕ್ಕುದು. ಸುತ್ತುವ, ಇಲ್ಲವೆ ಭ್ರಮಿಸುವ ಸುರುಳಿಯನ್ನು ಆರ್ಮೆಚರ್ (Armature) ಎಂತಲೂ, ಕಾಂತವನ್ನು ಕ್ಷೇತ್ರಕಾಂತ (Field magnet) ಎಂತಲೂ ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈಗ ಕಾಂತವು ಸ್ಥಿರವಾಗಿದ್ದು ಆರ್ಮೆಚರ್ ಚರವಾಗಿದೆ; ಇವುಗಳನ್ನು ಅದಲುಬದಲು ಮಾಡಲೂ ಬಹುದು; ಅಂದರೆ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನೇ ಸ್ಥಿರ ಆರ್ಮೆಚರ್‌ನ ಸುತ್ತಲೂ ಭ್ರಮಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೂ, ಇದೇ ತತ್ವದ ಮೇರೆಗೆ, ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕ ಬಲವು ಆವರ್ತಶೀಲವಾಗಿ ಒದಗುತ್ತದೆ, ಇಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಇಂಥ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುದುತ್ಪಾದಕವು ಹೆಚ್ಚಿನ ಚಾಲಕಬಲವನ್ನೊದಗಿಸಬಲ್ಲುದು.

ಆವರ್ತಶೀಲ ಮತ್ತು ಸತತ (ನೇರ, Direct) ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ ಆರ್ಮೆಚರ್ ಒಂದು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಭ್ರಮಿಸುತ್ತಲಿದ್ದಾಗ, ಆವರ್ತಶೀಲ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕ ಬಲ ಮತ್ತು ಪ್ರವಾಹಗಳು ಲಭಿಸುತ್ತವೆ ಎಂದೆವಲ್ಲವೆ? ಇದನ್ನು, ಅಂದರೆ, ನಿಶ್ಚಿತರೇಖೆಗೆ – ದಿಕ್ಕಿಗೆ–ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ, ಸುರುಳಿಯೊಂದು ವಿವಿಧ ಕೋಣಾಂತರಗಳಲ್ಲಿದ್ದಾಗ, ಅದರಲ್ಲಿ ತೋರುವ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ರೇಖಾಚಿತ್ರದಿಂದ ಸೂಚಿಸಿದರೆ, ಇದು ತರಂಗದಂತೆಯೇ ಕಾಣುತ್ತದೆ, ಮತ್ತೂ ಇಂಥ ತರಂಗಗಳು ಒಂದರ ನಂತರ ಒಂದರಂತೆ ಮರುಕಳಿಸುತ್ತವೆ.ಚಿತ್ರ 111ರಲ್ಲಿ ಮೊದಲ ಕಮಾನು ಒಂದು ಅರ್ಧ ಸುತ್ತಿಗನುಗುಣವಾದ ಪ್ರವಾಹ



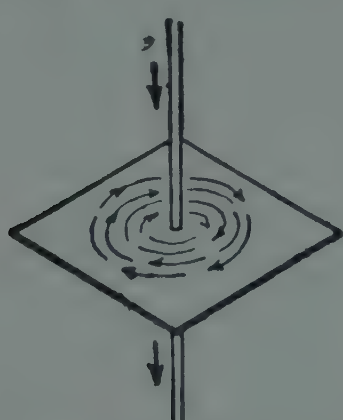
ಚಿತ್ರ 111: ಆವರ್ತವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ.

ಮತ್ತು ಕೋಣಾಂತರಗಳ ಚಿತ್ರವಾದರೆ, ಮತ್ತೊಂದು ಅರ್ಧ ಸುತ್ತಿನಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಚಿತ್ರಣವು ಕೆಳ ಕಮಾನಿನಿಂದ ಚಿತ್ರಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಆವರ್ತಪ್ರವಾಹದಲ್ಲಿ ಅರ್ಧ ಹರಿವು ಒಂದು ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಎಡದಿಂದ ಬಲಕ್ಕಿದ್ದರೆ, ಮತ್ತೊಂದು ಅರ್ಧ ಹರಿವು, ಬಲದಿಂದ ಎಡಕ್ಕೆ ಇರಲೇಬೇಕು. ಇಂಥ ಪೂರ್ತಿ ಆವರ್ತನೆಗಳು ಪ್ರತಿ ಸೆಕುಂಡಿಗೂ 50 ರಷ್ಟು ಒದಗಬಹುದು. ಆದರೆ, ಸತತ ಪ್ರವಾಹದಲ್ಲಾದರೋ ಚಿತ್ರ 111ರಲ್ಲಿನ ಕೆಳ ಕಮಾನುಗಳಿರಲಾರವು, ಇರಬಾರದು ಎಂದೇ ಅರ್ಥ. ಈ ಬಗ್ಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಸಾಧನವನ್ನು ದಿಕ್ಪರಿವರ್ತಕ (Commutator) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ವಿಭಕ್ತವಲಯ (Split ring) ಗಳುಳ್ಳ ಒಂದು ಚಕ್ರಕ್ಕೆ ಸುರುಳಿಗಳ ತುದಿಗಳು ಜೋಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟು, ಈ ವಲಯುಗಳಿಗೇ ಬ್ರಶ್‌ಗಳು

ತಾಗಿರುವ ಕಾರಣ, ಹೊರ ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ, ಸತತ ಅಂದರೆ ಏಕಮುಖವಾದ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಹರಿಯುವುದು. ಚಿತ್ರ 111 ರ ಕೆಳ ಕಮಾನುಗಳೆಲ್ಲವುಗಳ ಬದಲು, ಅಲ್ಲಲ್ಲೇ ಅವುಗಳ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳು ಸೂಚಿಸುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವು ಲಭಿಸುವುದು. ಒಂದೇ ಸುರುಳಿಯಿಂದ ಇಂಥ ಪ್ರವಾಹವೊದಗಿದರೆ, ಅನೇಕ ಸುರುಳಿಗಳಿಂದ ಇಂಥ ಅನೇಕ ಕಮಾನುಗಳಿಂದ ಸೂಚಿಸಲ್ಪಡುವ ಪ್ರವಾಹವು ಹರಿಯುತ್ತಲಿದ್ದು ಪ್ರವಾಹವು ಯಾವ ಹೊತ್ತಿನಲ್ಲೂ ಪೂರ್ತಿ ಶೂನ್ಯವಾದಂತೆ ಭಾಸವಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

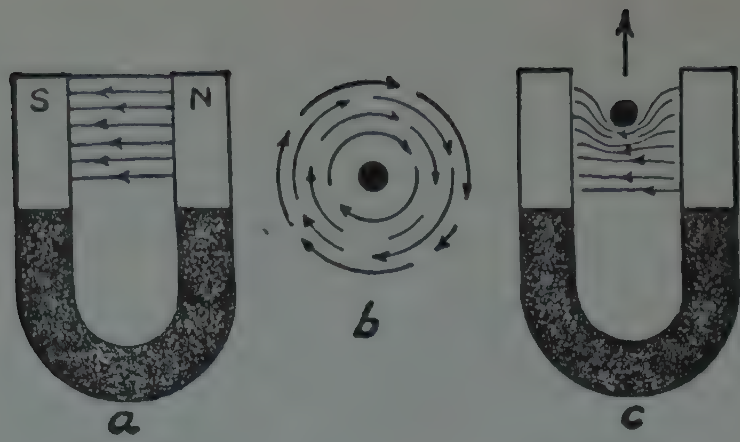
ವಿದ್ಯುತ್ ಮೋಟರ್ ವಿದ್ಯುದುತ್ಪಾದಕದ ವಿರುದ್ಧ ಯಂತ್ರವೇ ವಿದ್ಯುತ್‌ಮೋಟರ್. ಉತ್ಪಾದಕದಲ್ಲಿ ಚಲನೆ, ಭ್ರಮಣಗಳಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನೊದಗಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದರೆ, ಇದರಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಸಹಾಯ ದಿಂದಲೇ ಚಲನೆ, ಇಲ್ಲವೆ ಭ್ರಮಣರೂಪದ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತೇವೆ. ಉತ್ಪಾದಕದಲ್ಲಿ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಭ್ರಮಣವನ್ನು ಉಗಿಶಕ್ತಿ, ಹರಿವ ನೀರಿನ ಶಕ್ತಿಯಿಂದಲೋ ಪಡೆದು ಸಾಧಿಸುತ್ತೇವೆ, ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯು ಲಭಿಸುತ್ತದೆ. ಮೋಟರಿನಲ್ಲಾದರೋ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ, ರೈಲುಗಳ ಓಟಕ್ಕೋ, ಟ್ರಾಮ್‌ಗಳ ಚಲನೆಗೋ, ಇಲ್ಲವೆ ಇತರ ಉಪಕರಣಗಳ ಚಲನವಲನಗಳಲ್ಲೋ, ಅಗತ್ಯ ವಿರುವ ಭ್ರಮಣ, ಚಲನೆಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತೇವೆ.

ಒಂದು ರಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಕೊರೆದ ರಂಧ್ರದ ಮೂಲಕ ನೆಟ್ಟಗಿನ ಲೋಹದ ತಂತುವೊಂದನ್ನು ತುರುಕಿಸಿ ಇದರಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಹರಿಯಗೊಟ್ಟಾಗ, ಈ ತಂತುವಿನ ಸುತ್ತಲೂ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರವುಂಟಾ ಗುವುದೂ ಸಹಜವೇ. ಆದರೆ, ಇದರ ಸುತ್ತಲೂ ರಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಕಬ್ಬಿಣದ ರಜಗಳನ್ನು ಹರಡಿದಾಗ ಇವು ಸುವ್ಯವಸ್ಥಿತವಾಗಿ, ಸಕ್ರಮವಾಗಿ ನಿಂತು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತವೆ. ಇದನ್ನು ಓರ್‌ಸ್ಟೆಡ್ ಫೆರಡಿಗಿಂತಲೂ ಮುಂಚಿತವಾಗಿಯೇ ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದನು. ಇದೇ ತಂತುವನ್ನು ಬಲಗೈಯಿಂದ ಅದುಮಿ ಹಿಡಿದು ಹೆಬ್ಬೆಟ್ಟನ್ನು ಪ್ರವಾಹದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಹಿಡಿದರೆ, ಬೆರಳುಗಳ ದಿಕ್ಕು ತಾನು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ದಿಕ್ಕನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರ 112 ರಲ್ಲಿ ಇದನ್ನು ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 112: ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಕಾರಣ ಕಾಂತರೇಖೆಗಳು.

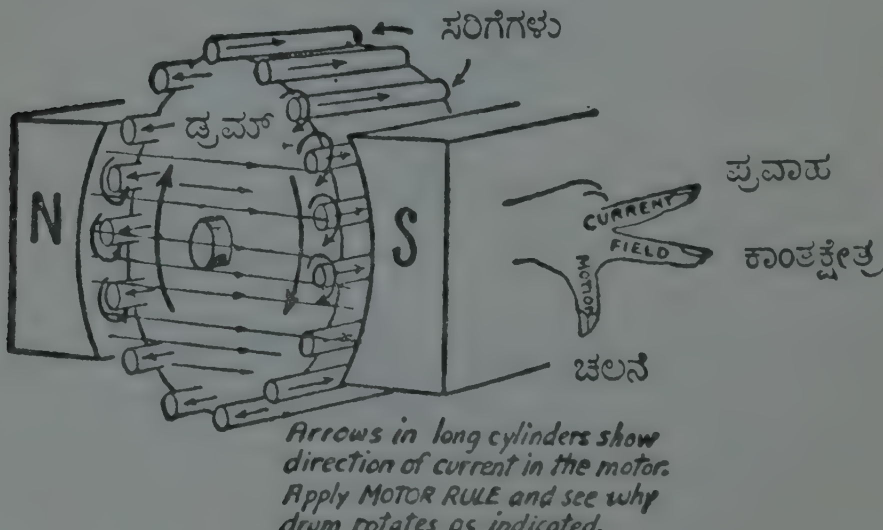
ಚಿತ್ರ 113 ನ್ನು ನೋಡಿರಿ. ಇದರಲ್ಲಿನ (a) ಯಲ್ಲಿ ಕಾಂತದ ಧ್ರುವಗಳ ನಡುವಣ ಕಾಂತರೇಖೆ ಗಳನ್ನು ತೋರಲಾಗಿದೆ. (b)ಯಲ್ಲಿ ನಿಮ್ಮ ದೃಷ್ಟಿಗೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಕಾಗದಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಒಳಕ್ಕೆ ಹೋಗುವ ಸರಿಗೆಯ ಸೀಳನ್ನು ಚಿತ್ರಿಸಿದ್ದು ಈ ಸರಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಕಾಗದದೊಳಗೆ ಹರಿಯುವ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಕಾರಣದಿಂದ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ಕಾಂತರೇಖೆಗಳನ್ನು – ವರ್ತುಲರೇಖೆಗಳನ್ನು – ಕಾಣುತ್ತಲಿದ್ದೀರಿ. (c)ಯಲ್ಲಿ ಇದೇ ಸರಿಗೆಯುನ್ನು ಕಾಂತದ ಧ್ರುವಗಳ ನಡುವೆ ಇಟ್ಟಾಗ ಏನಾಗುತ್ತದೆಂಬುದನ್ನೂ ಚಿತ್ರಿಸಲಾಗಿದೆ. (a) ಮತ್ತು (b)ಗಳ ಜೋಡಣೆಯೇ – ಸಮನ್ವಯವೇ – ಚಿತ್ರ (c). ಸರಿಗೆಯ ಸುತ್ತಲೂ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರ



ಚಿತ್ರ 113: ವಿವಿಧ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಂತರೇಖೆಗಳು.

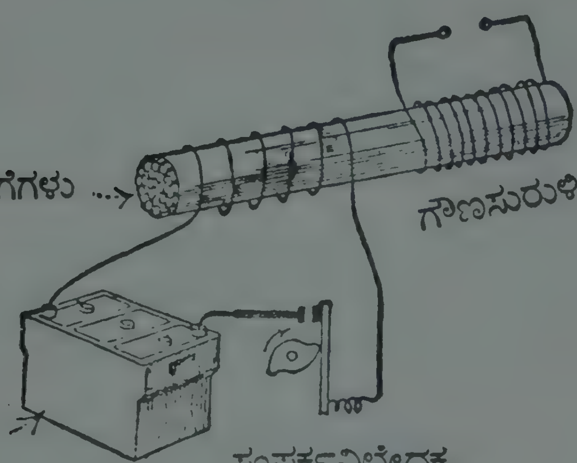
ವಿದೆ, ವರ್ತುಲ ಕಾಂತರೇಖೆಗಳಿವೆ. ಇವುಗಳ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಕಾಂತಧ್ರುವಗಳ ನಡುವಣ ರೇಖೆಗಳಿದ್ದು ಇವು ವರ್ತುಲರೇಖೆಗಳನ್ನು ಮೇಲಕ್ಕೆಂಬಂತೆ, ತಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಅಂದರೆ ಇದನ್ನೇ ಮೋಟರ್ ನಿಯಮ (Motor Rule)ವು ಹೀಗೆ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸುತ್ತದೆ: "ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವ ವಿದ್ಯುತ್‌ಪ್ರವಾಹವಾದರೋ ತನ್ನ ಯಾವ ಬದಿಯಲ್ಲಿ ಕಾಂತರೇಖೆಗಳನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತದೆಯೋ ಅದರ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲೇ ಹರಿಯಲು ಯತ್ನಿಸುತ್ತದೆ." ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ, ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಕಾಂತರೇಖೆಗಳು ಸರಿಗೆಯ ಕೆಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ಕಾಂತರೇಖೆಗಳ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲೇ ಇದ್ದು, ಅಲ್ಲಿ ಇವುಗಳೊಡನೆ ಕೂಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಆದುದರಿಂದ ಬಾಣದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್‌ಪ್ರವಾಹವುಳ್ಳ ಸರಿಗೆ ತಳ್ಳಲ್ಪಡುತ್ತದೆ.

ವಿದ್ಯುತ್‌ಮೋಟರಿನಲ್ಲಿ ಡ್ರಮ್ ಇಲ್ಲವೆ ಆರ್ಮೆಚರಿನ ಅನೇಕ ಸುರುಳಿಗಳ ಮೂಲಕ ನಾವು ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಕಳುಹಿಸುತ್ತೇವೆ. ಬಲಮಗ್ಗುಲಿನಲ್ಲಿ (ಚಿತ್ರ 114) ನಿಮಗಿಂತ ದೂರಕ್ಕೂ, ಎಡಮಗ್ಗುಲಲ್ಲಿ ನಿಮ್ಮೆಡೆಗೂ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ ಹರಿಯುತ್ತದೆನ್ನಿ. ಆಗಲೋ ವಕ್ರಾಕಾರದ ಬಾಣಗಳು ಸೂಚಿಸುವ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಈ ಡ್ರಮ್ ಭ್ರಮಿಸುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯುತ್‌ಪ್ರವಾಹವು ಇರುವ ತನಕವೂ ಇದು ಹೀಗೆ ಸುತ್ತುತ್ತಲೇ ಇರಬಲ್ಲುದು.



ಚಿತ್ರ 114: ವಿದ್ಯುದುತ್ಪಾದಕ (ಜನರೇಟರ್).

ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರೇರಕ ಸುರುಳಿ (Induction coil) ದೊಡ್ಡ ಸುರುಳಿಯೊಂದರೊಳಗೆ ಚಿಕ್ಕ ಸುರುಳಿಯೊಂದನ್ನು, ಅದರ ನೇರ ಸಂಪರ್ಕವಿಲ್ಲದಂತೆ ಇಟ್ಟು, ಮೊದಲನೆಯದರಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್‌ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಿದಾಗಲೂ, ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಕಡಿದೊಗೆದಾಗಲೂ, ಇಲ್ಲವೆ, ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಹರಿಯುತ್ತಿರುವಾಗಲೇ ಮೊದಲನೆ ಸುರುಳಿಯೊಳಗೆ ಎರಡನೆಯದನ್ನು ಮೇಲೆ, ಕೆಳಕ್ಕೆಂಬಂತೆ ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಿದಾಗಲೂ, ಎರಡನೆಯ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಗೋಚರಿಸುವುದು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಮೊದಲನೆಯದು ಪ್ರಧಾನ (Primary) ಸುರುಳಿ, ಎರಡನೆಯದು ಗೌಣ (secondary) ಸುರುಳಿ. ಇವು ಅದಲುಬದಲಾಗಲೂಬಹುದು, ಅಂದರೆ, ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದನ್ನೂ ಪ್ರಧಾನ ಸುರುಳಿಯಾಗಿ



ಚಿತ್ರ 115: ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರೇರಕ ಸುರುಳಿ.

ಪರಿಗ್ರಹಿಸಬಹುದು. ಇನ್ನು ಚಿತ್ರ 115 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ, ಪ್ರಧಾನ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಸ್ವಿಚ್ಚನ್ನು ಒತ್ತುತ್ತ ಬಿಡುತ್ತ, ಸವಿರಾಮ ಪ್ರವಾಹ (Intermittent current)ವನ್ನಾಗಿಯೂ ಮಾಡಬಹುದು. ಆಗಲೋ ಗೌಣ, ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ತಕ್ಕ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕ ಬಲವು ಪ್ರೇರಿತವಾಗಿ, ಇದರ ಫಲವಾಗಿಯೇ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಹರಿಯುವುದು. ಹೀಗೆ ಸಂಪರ್ಕ, ವಿಚ್ಛೇದ (Make and Break)ಗಳ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಪ್ರಧಾನ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲುಪಯೋಗಿಸಿ, ಗೌಣಸುರುಳಿಯನ್ನೂ – ಅದರ ಎಳೆಗಳನ್ನೂ – ಹೆಚ್ಚಿಸಿ, ಅದರ ತುದಿಯಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕ ಬಲವನ್ನು ಅಪರಿಮಿತವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ಬರುತ್ತದೆ. ಅನೇಕ ವೇಳೆ, ಇದು ಸಹಸ್ರಗಟ್ಟಳೆ ವೋಲ್ಟ್ ಕೂಡ ಆಗುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರೇರಕ ಸುರುಳಿಗಳಗಳನ್ನೋ ಟೆಲಿಫೋನ್, ಮೋಟರ್‌ವಾಹನ ಮೊದಲಾದುವುಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರೇರಕ ಸುರುಳಿಯ ತತ್ವದ ಮೇರೆಗೆ ಒಂದು ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕ ಬಲವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲೂ ಬರುತ್ತದೆ, ತಗ್ಗಿಸಲೂ ಬರುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ, ಈ ಬಗ್ಗೆ ಆ ಸುರುಳಿಗಳ ಎಳೆಗಳು ತಕ್ಕಂತೆ ಇರಬೇಕು. ಅಂತೂ ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್‌ನಲ್ಲಿಯೂ ಪ್ರಧಾನ ಮತ್ತು ಗೌಣ ಸುರುಳಿಗಳಿದ್ದು, ಒಂದರ ತುದಿಗಳಿಗೆ ವಿದ್ಯುದುತ್ಪಾದಕವನ್ನು ಜೋಡಿಸಿ, ಆವರ್ತಶೀಲ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕ ಬಲವನ್ನೊದಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಆಗಲೋ,

$$\frac{\text{ಪ್ರಧಾನ ಸುರುಳಿಯ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕಬಲ}}{\text{ಗೌಣ ಸುರುಳಿಯ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕಬಲ}} = \frac{\text{ಪ್ರಧಾನ ಸುರುಳಿಯ ಎಳೆಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ}}{\text{ಗೌಣ ಸುರುಳಿಯ ಎಳೆಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ}}$$

ಎಂಬ ಸೂತ್ರದ ಮೇರೆಗೆ

ಗೌಣಸುರಳಿಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕಬಲವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲೂ ಬರುತ್ತದೆ, ತಗ್ಗಿಸಲೂ ಬರುತ್ತದೆ. ಇಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಟ್ರೈನುಗಳಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ದೂರಕ್ಕೆ ಒಯ್ಯುವ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲ, ಟ್ರಾನ್ಫಾರ್ಮರ್‌ಗಳು ಅನಿವಾರ್ಯವೆನಿಸಿವೆ.

ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಉಷ್ಣಪರಿಣಾಮಗಳು ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಉಷ್ಣವನ್ನೊದಗಿಸುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ಉಷ್ಣವಾದರೋ (1) ಪ್ರವಾಹದ ಮಾನವನ್ನು (Electric current), (2) ಚಾಲಕದ ನಿರೋಧಕಾಂಶವನ್ನೂ ಹಾಗೆಯೇ (3) ಹರಿವಿನ ಸಮಯವನ್ನೂ ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ.

ಉಷ್ಣಪರಿಣಾಮ $= H = i^2Rt$ ಎಂಬ ಸೂತ್ರದಲ್ಲಿ H ಉಷ್ಣ, i ಪ್ರವಾಹದ ಮಾನ, R ನಿರೋಧ (ವೈದ್ಯುತ), t ಸಮಯ. ಅಂತೂ ವಿದ್ಯುನ್ನಿರೋಧ ಗುಣವು ಅಧಿಕವುಳ್ಳ ಲೋಹ ತಂತುಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ. ನಿಶ್ಚಿತ ಪ್ರಮಾಣದ ಪ್ರವಾಹದಿಂದ ಅಧಿಕ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು. ಇಂಥ ಅಧಿಕ ಉಷ್ಣದಿಂದಾಗಿ ಲೋಹದ ತಂತುವು ಭಸ್ಮೀಭೂತವಾಗದಂತೆ, ಬುರುಡೆಯೊಳಗೆ ಗಾಳಿ ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ, ಇದು ತಾನು ಮತ್ತೂ ಕಾದು ಬೆಳ್ಳಗಿನ ಬೆಳಕನ್ನು ಕೊಡಬಲ್ಲುದು. ಇದೇ ತತ್ವವು ಥೋಮಸ್ ಎ. ಎಡಿಸನ್ ತಯಾರಿಸಿದ ದೀಪ್ತಿಕಾರಕ ಬಲ್ಬು (Incandescent bulb) ಗಳಲ್ಲಡಗಿದೆ. ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯಿಂದ ಉಷ್ಣವನ್ನೊದಗಿಸುವ ಎಲ್ಲ ಸಾಧನಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಇಸ್ತ್ರಿ, ಉಷ್ಣೋತ್ಪಾದಕ ಒಲೆ, ಮೊದಲಾದುವುಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಇದೇ ತತ್ವದ ಮೇರೆಗೆ ಅಧಿಕ ಉಷ್ಣವನ್ನುತ್ಪಾದಿಸಿ, ಪಡೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ವೈದ್ಯುತ ದಿಷ್ಟಕಾರಿ (Rectifier) ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಆವರ್ತಪ್ರವಾಹವನ್ನು ನೇರ ಹಾಗೂ ಸತತ ಪ್ರವಾಹವನ್ನಾಗಿ ಮಾಡುವ ಸಾಧನಗಳು ಇಂದಿನ ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಅತ್ಯವಶ್ಯವಿರುತ್ತವೆ. ಪ್ರತಿ ರೇಡಿಯೋ ಸೆಟ್ಟುಗಳಲ್ಲಿ ಇಂಥ ಒಂದು ದಿಷ್ಟಕಾರಿಯನ್ನು ಕಾಣುತ್ತೇವೆ.

ಮುಂದೆ ವಿವರಿಸಲಿರುವ ರೇಡಿಯೋ ನಿರ್ವಾತ ನಳಿಗೆಯಲ್ಲಿ, ಗ್ರಿಡ್ಡನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಿದರೆ, ನಿರ್ವಾತ ನಳಿಗೆಯ ದಿಷ್ಟಕಾರಿ ಸಿಗುತ್ತದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದಿಂದ ಬಿಸಿಯಾಗುತ್ತಲಿರುವ ತಂತುವೊಂದಿದೆ. ತಂತುವಿನಿಂದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಪ್ಲೇಟಿನತ್ತ – ಅಲ್ಲೇ ಮೇಲಕ್ಕಿರುವ ಲೋಹದ ತಗಡಿನತ್ತ – ಹಾರುತ್ತದೆ. ಆವರ್ತಶೀಲ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಪ್ಲೇಟಿಗೆ ತಗಲಿಸಿದಾಗಲೋ, ಇದು ಧನವಾದಾಗ ಮಾತ್ರ ತಾನು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸಬಲ್ಲುದು, ಋಣವಾದಾಗ ಎಷ್ಟಕ್ಕೂ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುವುದಿಲ್ಲ, ಕಾರಣ, ಋಣ ಚಾರ್ಜು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ನಿರಸನಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ತನ್ನಂತೆಯೇ ಸತತ-ಏಕಮುಖ-ವಾಗುತ್ತದೆ; ತನ್ನ ಆವರ್ತಶೀಲತೆಯನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ಭಾಗ ಹನ್ನೆರಡು

ತರಂಗ ಚಲನೆ ಮತ್ತು ಮೇಸರ್

ಹಾಲ್ಮ್‌ಡೆಲಿನಲ್ಲಿನ ಪ್ರಯೋಗ......ಚಂದ್ರನಿಗೆ ಬೆಳಕಿನ ಕಂಬಿ......ಮೇಸರ್ ಮತ್ತು ಲೇಸರ್ ......ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳು......ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳಿಂದ ಗಾಮಾ ತರಂಗಗಳ ತನಕ ......ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆ ಮತ್ತು ತರಂಗಮಾನಗಳ ಸಂಬಂಧ......ಸೂಕ್ಷ್ಮ ತರಂಗಗಳು ಮತ್ತು ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಗಳು......ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳ ಸಂಸಕ್ತತೆ(Coherence); ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಗಳ ಅಸಂಸಕ್ತತೆ......ತರಂಗಗಳ ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆ......ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಗಳು ಉಷ್ಣ ರೂಪದಲ್ಲಿ ನಷ್ಟವಾಗುವಿಕೆ......ಮೇಸರ್‌ನ ತತ್ವ......ಕ್ರೋಮಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳ ವರ್ತನೆ ......ಹೊರ ವಿಕಿರಣಗಳಿಂದ ಪ್ರಚೋದನೆ-ಉದ್ದೀಪನೆ (Stimulation)......ಅಧಿಕ ಆಂತ ರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನಗಳಿಂದ ಹೆಚ್ಚಿನ ತೀವ್ರತೆಯ ಲಾಭ......ಮೇಸರ್‌ನ ಉಪಯೋಗಗಳು......

ನ್ಯೂಜರ್ಸಿಯ ಹಾಲ್ಮ್‌ಡೆಲ್‌ನಿಂದ ಒಂದು ಚಿಕ್ಕ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಕಾರಕ (ಪ್ರೊಜೆಕ್ಟರ್, Projector)ದಿಂದ ಒಳ್ಳೆ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ಕಂಬಿಯೊಂದನ್ನು ಸುಮಾರು 25 ಮೈಲು ದೂರವುಳ್ಳ ಮುರ್ರೇ ಹಿಲ್‌ಗೆ 1961 ರಲ್ಲಿ ಕಳುಹಲಾಯಿತು, ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಅಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಈ ಕಂಬಿಯು ತನ್ನ ತೀವ್ರ ತೆಯನ್ನೇನೂ ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳದೆ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತಲಿತ್ತು, ಸುಮಾರು 200 ಅಡಿ ವ್ಯಾಸದ ವರ್ತುಲ ಭಾಗದ ಮೇಲೆ ಪ್ರಬಲ ಪ್ರಕಾಶವನ್ನು ಬೀರುತ್ತಲಿತ್ತು. ನಿಮ್ಮ ಟಾರ್ಚಿನಿಂದ ಇಪ್ಪತ್ತೈದು ಮೈಲು ದೂರದ ವಸ್ತುವನ್ನು ನೀವು ಬೆಳಗಬಲ್ಲಿರಾದರೆ ಅದರ ಪ್ರಕಾಶವೆಷ್ಟು ತೀವ್ರವಾಗಿರಬೇಕು?! ಇದೇ ಅಲ್ಲದೆ, ನ್ಯೂಯೋರ್ಕ್ ಟೈಮ್ಸ್ ಪತ್ರಿಕೆಯ 10–5–1962ರ ಸಂಚಿಕೆಯ ವರದಿಯ ಪ್ರಕಾರ ಬೋಸ್ಟನಿನಿಂದ ಒಂದು ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ಕಂಬಿಯನ್ನು ಚಂದ್ರನ ತನಕ ಕಳುಹಲಾಯಿತಲ್ಲದೆ, ಅಲ್ಲಿನ ಒಂದು ಜ್ವಾಲಾಮುಖಿಯ ಗರ್ತವನ್ನು (Crater of a volcano) ಈ ಬೆಳಕಿನಿಂದ ಪರೀಕ್ಷಿಸಲಾಯಿತು.

ಇಂಥ ಅಪರಿಮಿತ ತೀವ್ರತೆಯ ಬೆಳಕಾವುದು? ಇಂಥ ಬೆಳಕಿನ ಮೂಲಗಳನ್ನೇ 'ಮೇಸರ್' ಇಲ್ಲವೆ 'ಲೇಸರ್' ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. 1958 ರಲ್ಲಿ ಬೆಲ್ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದ ಶಾಲಾ (Shawled) ಮತ್ತು ಕೊಲಂಬಿಯಾ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಚಾರ್ಲ್ಸ್ ಎಚ್ ಟೌನ್ಸ್ (Charles H Towns) ಎಂಬವರಿಬ್ಬರು ಇದನ್ನು ಮೊತ್ತಮೊದಲು ಕಂಡುಹಿಡಿದು ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದವರು. Maser ಮತ್ತುLaser ಶಬ್ದಗಳ ಅರ್ಥವೇನು? ಅತಿಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಹೇಳಬಹುದಾದರೆ, ಮೇಸರ್ ಶಬ್ದವು Microwave Amplication by Stimulated Emission of Radiation ಎಂಬುದರ ಸೂಕ್ಷ್ಮರೂಪ. ಲೇಸರಿನಲ್ಲಿ Microwave ನ ಬದಲು Light ಎಂಬುದು ಪ್ರಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. 'ವಿಕಿರಣಗಳ ವಿಸರ್ಜನೆ ಹಾಗೂ ಪ್ರಚೋದನೆಯಿಂದ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ತರಂಗಗಳ ವಿವರ್ಧನೆ 'ಎಂಬುದೇ ಇದರ ಅರ್ಥ' ಲೇಸರ್‌ನಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ತರಂಗಗಳು ಎನ್ನುವಲ್ಲಿ ಬೆಳಕು ಎಂಬುದು ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡಬೇಕು.

ಮೇಸರ್, ಇಲ್ಲವೆ ಲೇಸರ್ ಹೇಗೆ ಕಾರ್ಯವೆಸಗುತ್ತದೆಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ಅವಶ್ಯವಾಗಿ ರೇಡಿಯೋ ಮತ್ತು ಬೆಳಕನ್ನು ಕುರಿತ ಭಾಗಗಳನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸತಕ್ಕುದು. ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಹರಿಯುತ್ತ ಲಿರುವ ಪ್ರತಿ ಚಾಲಕದ ಸುತ್ತಲೂ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವಿದ್ದೇ ಇರುತ್ತದೆ, ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಿದೊಡನೆಯೇ ಈ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವೂ ಅದೃಶ್ಯವಾಗುವುದು. ಚಾಲಕ ಸುರುಳಿಯೊಂದನ್ನು ಕಬ್ಬಿಣದ ಸುತ್ತಲೂ ಸುತ್ತಿ ಕೊಂಡು ಅದರ ಮೂಲಕ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಹರಿಯಿಸಿದರೆ, ಕಬ್ಬಿಣವು ಕಾಂತವಾಗುವುದು–ಇದೇ

ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ; ಮತ್ತು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಚಾಲಕವೊಂದು ಚಲಿಸಿದಾಗ ಅದರಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು, ಹರಿಯುವುದು. ಹೀಗೆ ಕಾಂತತ್ವ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ತುಗಳು ಎಂದೆಂದಿಗೂ ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗದ ಅವಳಿಮಕ್ಕಳಂತೆ ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತಲಿವೆ. ಹೀಗೆ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಹರಿಯಿಸುತ್ತಲಿರುವ ಚಾಲಕವೊಂದರ ಹತ್ತಿರ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವೊಂದು ಚಲಿಸುತ್ತದ್ದರೆ ಇದೂ ಕೂಡ ಪಾಕ್ಷಿಕವಾಗಿ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರವೇ ಆಗುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ, ಇಂಥ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರ (Electromagnetic field) ವೊಂದು ಲಭಿಸುತ್ತದೆ.

ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ನೇರ ಪ್ರವಾಹವಾಗಿರುವ ಬದಲು ಆವರ್ತ ಪ್ರವಾಹವಾದರೆ, ಆಗಲೋ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವೂ ಆವರ್ತಶೀಲವಾಗುವುದು;ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಇದು ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದಿಂದಲೇ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಸುತ್ತಲೂ ಕಳುಹುವುದು ಆವರ್ತನೆಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಸಹಸ್ರಗಟ್ಟಳೆ ಮಿಲಿಯ, ನಂತರ ಮಿಲಿಯ ಮಿಲಿಯಗಳ ಮಿತಿಯನ್ನು ಮುಟ್ಟಿದಾಗಲೋ, ಆ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮ ತರಂಗ (Microwave) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳು ಸಾಕಷ್ಟು ಉದ್ದವಾಗಿವೆ, ಇವುಗಳ ತರಂಗಮಾನವು ಮೀಟರ್‌ಗಟ್ಟಳೆಯಿಂದ ಕೆಲವೇ ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್‌ಗಳ ತನಕ ಹಬ್ಬಿರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ, ಇವುಗಳ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯು ಕಮ್ಮಿಯೇ ಇದ್ದು, ಬಹಳಮಟ್ಟಿಗೆ ಸೆಕುಂಡು ಒಂದರ 700,000 ಇರುತ್ತದೆ. ಆವರ್ತನಸಂಖ್ಯೆಯು ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ, ಎಲ್ಲ ತರಂಗಗಳ ವೇಗವೂ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುವ ನಿಮಿತ್ತ, ಮತ್ತು ತರಂಗಮಾನ × ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆ = ತರಂಗಗಳ ವೇಗ ಎಂಬ ಕಾರಣದಿಂದಲೂ, ತರಂಗಗಳ ಮಾನವು ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ಅವುಗಳ ಆವರ್ತನ ಸಂಖ್ಯೆಯೂ ಕಮ್ಮಿಯಾಗುತ್ತದೆ, ತರಂಗಮಾನವು ಕಮ್ಮಿಯಾದಾಗ, ಆವರ್ತನ ಸಂಖ್ಯೆಯೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ ಎಂದರ್ಥ.

ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳು, ಉಷ್ಣ ತರಂಗಗಳು ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಗಳು, Xಕಿರಣಗಳೆಲ್ಲವೂ ಒಂದೇ ಘಟಕದ ವಿವಿಧ ರೂಪಗಳು, ಅವಸ್ಥೆಗಳೆಂದರೂ ತಪ್ಪಿಲ್ಲ. ಸಹಸ್ರ ಮಿಲಿಯ ಮತ್ತು ಮಿಲಿಯ ಮಿಲಿಯ ಆವರ್ತದ ಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ ತರಂಗಗಳ ಉದ್ದವಾದರೋ $\frac{1}{100,000,000}$ ಸೆ.ಮೀ. (1ಆಂಗ್‌ಸ್ಟ್ರಾಮ್ ಮಾನ) ಇರಬಹುದು. ಈ ಮಿತಿಯ ಮೇಲಿನ ತರಂಗಗಳು ದೃಶ್ಯ ಬೆಳಕು ಮತ್ತು ಉಷ್ಣದ ತರಂಗಗಳು. ತರಂಗಮಾನವು ಕಮ್ಮಿಯಾದಂತೆ, ಆವರ್ತನಸಂಖ್ಯೆಯೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಲೇ ಹೋಗುತ್ತದೆ. Xಕಿರಣಗಳಂತೂ ಅತ್ಯಧಿಕ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯ ಕಿರಣಗಳು.

ಉದ್ದನಾದ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳು ಸುವ್ಯವಸ್ಥಿತವಾಗಿವೆ (Organised), ಸಂಸಕ್ತವಾಗಿವೆ (Coherent). ಆದರೆ, ಈ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳು ಚಿಕ್ಕದಾದಂತೆ ಅವ್ಯವಸ್ಥಿತವಾಗುತ್ತವೆ, ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪರಿಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಅಸಂಸಕ್ತ (Incoherent) ವಾಗುತ್ತವೆ.ದೃಶ್ಯ ಬೆಳಕಿನ ಮತ್ತು ಉಷ್ಣತರಂಗಗಳ ಭಾಗದಲ್ಲಂತೂ ಈ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳು ಎಲ್ಲ ದಿಕ್ಕಿಗೂ ವ್ಯಾಪಿಸುವುವಲ್ಲದೆ, ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ತರಂಗಮಾನಗಳ ತರಂಗವುಳ್ಳ ಒಂದೆಡೆಗೇ ಧಾವಿಸುತ್ತಿರಲೂಬಹುದು. ಇವು ಅಸಂಸಕ್ತ (incoherent)ವಾಗಿದ್ದು, ಮಾತು ಮತ್ತು ಶಬ್ದಗಳ ವಹನೆಗೇನೂ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳು ಅನುಕೂಲವಿರುವಂತೆ ಅನುಕೂಲವಾಗಿಲ್ಲ. ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳನ್ನು ನಾವು ವಾಹಕತರಂಗಗಳು (Carrier waves) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಬೆಳಕು ಮತ್ತು ಉಷ್ಣದ ತರಂಗಗಳನ್ನೂ ವಾಹಕ ತರಂಗಗಳನ್ನಾಗಿ ಮಾಡಿದ ಯೋಜನೆಯೇ ಮೇಸರ್ ಮತ್ತು ಲೇಸರುಗಳದು. ಬೆಳಕು ತುಂಬಾ ಅವ್ಯವಸ್ಥಿತವಾಗಿದೆ ಎಂದೆವಷ್ಟೆ. ಇದನ್ನೇಕೆ ವಾಹಕ ತರಂಗವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕು ಎಂಬುದಕ್ಕೆ ಉತ್ತರವಿಷ್ಟೆ: ಬೆಳಕು ಮತ್ತು ಬೆಳಕಿಗಿಂತಲೂ ಕಡಿಮೆ ತರಂಗಮಾನವುಳ್ಳ ತರಂಗಗಳು ಅತ್ಯಧಿಕ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳವುಗಳು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ವಸ್ತ್ರ ಆರಿಸುವ ಸರಿಗೆಯೊಂದನ್ನು, ಅದರ ಒಂದು ತುದಿಯನ್ನು ಬಿಗಿದಿಟ್ಟು ಮತ್ತೊಂದು ತುದಿಯನ್ನು ಕೆಳಗೆ, ಮೇಲೆ ಚಲಿಸುತ್ತ ಸರಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಅಡ್ಡ ತರಂಗವೊಂದು ಹರಿಯುವಂತೆ ಮಾಡಿರಿ.

ತರಂಗಗಳು ಚಿಕ್ಕವುಗಳಾಗಬೇಕಾದರೆ, ನೀವು ವೇಗವಾಗಿ ಈಚೆ ತುದಿಯನ್ನು ಸ್ಪಂದಿಸಬೇಕು. ಈ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಶಕ್ತಿಯೂ ಅವಶ್ಯವಿದೆ. ಅಂದಬಳಿಕ, ಕಮ್ಮಿ ತರಂಗಮಾನದ ಅಲೆಗಳ ಶಕ್ತಿಯು ಅವುಗಳ ಆವರ್ತನ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಅಧಿಕವಾಗುವ ಕಾರಣ, ಅತ್ಯಧಿಕವಾಗುತ್ತದೆ. ಬಹುಶಃ ಸರಿಗೆಯನ್ನು ನೀವು ಸೆಕುಂಡಿಗೆ ಮಿಲಿಯಗಟ್ಟಳೆ ಬಾರಿ ಸ್ಪಂದಿಸಿದರೆ ಬೆಳಕಿನಂಥ ಶಕ್ತಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗಬಹುದು. ಈ ಬಗ್ಗೆ ಎಷ್ಟು ಶಕ್ತಿ ಬೇಡ!?

ಹೀಗೆಯೇ ಉಷ್ಣ ಮತ್ತು ದೃಶ್ಯ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಲು ಅಪಾರ ಶಕ್ತಿಯು ಅವಶ್ಯ. ಇದನ್ನು ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುಗಳೇ ಒದಗಿಸುತ್ತವೆ. ಪರಮಾಣುಗಳು ಇಂಥ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕ್ವಾಂಟಂಗಳಲ್ಲಿ–ಶಕಲಗಳಲ್ಲಿ–ವಿಸರ್ಜಿಸುತ್ತಲಿವೆ. ಇಂಥ ಅದ್ಭುತ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ನಾವು ವಾಹಕ ತರಂಗಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿದರೆ, ಸತ್ಯಕ್ಕೂ ಅನೇಕ ವಾರ್ತೆಗಳನ್ನು ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಕಳುಹ ಬಹುದು. 'ಪಟ್ಟಿ, (Band) ಶಬ್ದದಿಂದ, ಇಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ತರಂಗಮಾನದ ಅಥವಾ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯ ತರಂಗಗಳೆಂತಲೂ' ಇಲ್ಲವೆ ತುಸುವೇ ಅಂತರಗಳಲ್ಲಿನ ತರಂಗಗಳ ಕಂಬಿ ಎಂದೂ ಅರ್ಥ.

ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಗಳು ಅಸಂಸಕ್ತಗಳೆಂತಲೂ ಇವನ್ನು ಸಂಸಕ್ತಗೊಳಿಸಿದರೆ ಸಿಗುವ ಶಕ್ತಿಯು ಅಪರಿಮಿತವೆಂತಲೂ ಹೇಳಿದೆವಷ್ಟೆ. ಸಂಸಕ್ತಗೊಳಿಸಿದ ತರಂಗವು ಅಪರಿಮಿತ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳದಿದ್ದು ಏಕ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ವಾರ್ತೆಗಳನ್ನು ತಾನು ಒಯ್ಯಬಲ್ಲುದು. ಮಾತ್ರವಲ್ಲ, ಇದರಿಂದ ಪಡೆಯಬಹುದಾದ ಕಂಬಿಯು ತಾನು ಎಷ್ಟು ದೂರಕ್ಕೂ ಹಾದುಹೋಗುತ್ತ, ಅನಂತ ಶೂನ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸುತ್ತಲಿರುವ ಸ್ಪುಟ್ನಿಕ್‌ಗಳನ್ನೋ, ಗಗನಯಾತ್ರಿಗಳನ್ನೋ ತೋರಬಲ್ಲುದು, ದೂರದ ಗ್ರಹಗಳ ವಿವರಗಳನ್ನೂ ತೋರ ಬಲ್ಲುದು, ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸೆಯಲ್ಲಿ ದೇಹದೊಳಭಾಗಗಳನ್ನು ಬೆಳಗಿಸುತ್ತ ಅತೀವ ಸಹಕಾರಿಯಾಗಬಲ್ಲುದು. ಅಂದರೆ, ಈ ಸೂಕ್ಷ್ಮಮಾನತರಂಗಗಳು ವಿವರ್ಧಿತವಾಗಬೇಕು, ಮತ್ತು ಹೊರ ವಿಕಿರಣವೊಂದರಿಂದ ಸ್ಫುರಣೆಗೊಂಡು (ಪ್ರಚೋದನೆಗೊಂಡು) ತಾವು ಅಪಾರ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ವಿಸರ್ಜಿಸಬೇಕು. ಇದು ಹೇಗೆ ಸಾಧ್ಯವೆಂಬುದನ್ನು ವರ್ಷಗಟ್ಟಳೆ ಪರಿಶೀಲಿಸಲಾಗಿತ್ತು. ಇಂಥ ಪರಿಶೀಲನೆಯ ನಂತರವೇ ಕ್ರೋಮಿಯಂ, ಅಲ್ಯುಮಿನಿಯಂ ಆಕ್ಸೈಡುಗಳ ಹರಳು ನಮಗೆ ಪರಿಚಿತವಾಗಿರುವ ಮಾಣಿಕ್ಯ (Ruby) ದಂಥವುಗಳೆಲ್ಲ ಇಂಥ ಗುಣವನ್ನು ಪಡೆದಿರುತ್ತವೆ, ಅಂದರೆ, ಅವ್ಯವಸ್ಥಿತ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಇವು ವ್ಯವಸ್ಥಿತ ವನ್ನಾಗಿ ಮಾಡುತ್ತವೆಂಬುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಯಿತು.

ಮೇಸರ್‌ನ ಅರ್ಥಕಲ್ಪನೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಪ್ರತಿದೀಪ್ತಿ (Fluorosecence) ಏನೆಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿಯ ಬೇಕು. ಪ್ರತಿದೀಪ್ತಿಕಾರಕ ವಸ್ತುವೊಂದನ್ನು ಒಂದು ವಿಶಿಷ್ಟ ತರಂಗಮಾನದ ಬೆಳಕಿಗೆ ಹಿಡಿದಾಗ ಮತ್ತು ಆ ಬೆಳಕನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಿದಾಗ, ಅದು ಈ ತರಂಗಮಾನಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ತರಂಗಮಾನದ, ಇಲ್ಲವೆ ಕಮ್ಮಿ ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಬೆಳಕನ್ನು ಬೀರುವುದು. ಇದೇ ತತ್ವಪ್ರಕಾರ ಕತ್ತಲಲ್ಲಿ ತಮ್ಮಂತೆಯೇ ಬೆಳಗುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನೂ ನಾವು ಕಾಣುತ್ತೇವೆ. ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಅತಿ ನೇರಳೆ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಇಟ್ಟು, ಆ ಬೆಳಕನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಿದೊಡನೆ, ಇವು ದೃಶ್ಯಬೆಳಕನ್ನು ಬೀರುತ್ತವೆ. ಮೇಸರಿನಲ್ಲೂ ಇಂಥದೇ ಕಾರ್ಯ ಜರಗುತ್ತಲಿದೆ. ಮಾಣಿಕ್ಯದ ಚಿಕ್ಕ ಸ್ತಂಭ ವೊಂದನ್ನು ಅತಿ ತೀವ್ರವಾದ ಪಚ್ಚೆಬೆಳಕಿನಿಂದ ಬೆಳಗಿದರೆ, ಅದು ಕೆಂಪು ಬಣ್ಣದ, ಅಂದರೆ, ಪಚ್ಚೆಗಿಂತ ಕಮ್ಮಿ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯ ಬೆಳಕನ್ನು ಬೀರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ, ಕ್ರೋಮಿಯಂನ ಪರಮಾಣುಗಳು ಈ ಹೊರ ಪ್ರಚೋದನೆಯಿಂದಲೋ, ತಾವು ಅನುವಾಗಿ ನಿಂತ ಸೈನಿಕರಂತೆ ಕಾರ್ಯಪರವಾಗುವುವು; ಅಂದರೆ, ತಮಗನುಗುಣವಾದ ವಿಶಿಷ್ಟ ತರಂಗಮಾನದ ವ್ಯವಸ್ಥಿತ, ಸಂಸಕ್ತ ಬೆಳಕನ್ನೇ ಬೀರುವುವು.

ಮೇಸರಿನಲ್ಲಿ ಏನಿದೆ? ಚಿಕ್ಕದೊಂದು ಮಾಣಿಕ್ಯದ ಸ್ತಂಭ. ಇದರ ತುದಿಗಳನ್ನು ಚೆನ್ನಾಗಿ ತಿಕ್ಕಿ ಉತ್ತಮ ಪ್ರತಿಫಲನಕಾರಕ ದರ್ಪಣಗಳನ್ನಾಗಿ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ದರ್ಪಣಗಳ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಕಂಬಿಯು ಹಾದುಹೋಗುವಂತೆ ಅತಿ ಚಿಕ್ಕ ನಿಡುಗುಂಡಿಗಳಿವೆ. ಈ ಸ್ತಂಭದ ಸುತ್ತಲೂ ತೀವ್ರವಾದ

ಪಚ್ಚೆ ಬೆಳಕನ್ನೀಯುವ ಒಂದು ಕ್ಷಣದೀಪದ (Photoflash) ಕಂದೀಲು ಇದೆ. ಇದು ಬೆಳಕನ್ನು ಅಡೆತಡೆಯಾಗಿಯೇ, ಅಂದರೆ, ಸವಿರಾಮವಾಗಿಯೇ (Intermittent) ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ. ನಿಶ್ಚಿತ ಸಂಖ್ಯೆಗಿಂತ (ಪ್ರತಿ ಸೆಕುಂಡಿಗೆ) ಹೆಚ್ಚು ಬಾರಿ ಇದು ಪ್ರಕಾಶಿತವಾದರೆ, ಆಗ ಮಾಣಿಕ್ಯದ ಹರಳಿನಲ್ಲಿನ ಪರಮಾಣುಗಳು ಉದ್ದೀಪನಗೊಂಡು ಹರಳಿನ ಅಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿ ಚಲಿಸಲಾರಂಭಿಸುವುವು. ಇವು ಎರಡು ತುದಿಗಳಲ್ಲೂ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಳ್ಳುತ್ತಾ, ಹೀಗೆ ಮುಂದೆ, ಹಿಂದೆ ಎಂಬಂತೆ, ಸಾಗುತ್ತಲೇ ಇರಬಲ್ಲವು. ಇದರ ಫಲವಾಗಿ ಇವುಗಳಿಂದ ಉಗಮಿಸುವ ಬೆಳಕು ವ್ಯವಸ್ಥಿತವಾಗಿಯೂ, ಹಾಗೆಯೇ ಅತ್ಯಂತ ತೀವ್ರವಾಗಿಯೂ ಇರುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಚೂಪಾದ ನಳಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವಾಗಲೋ ದ್ರವದ ವೇಗವು ಹೆಚ್ಚುವಂತೆ, ಅದು ಹಾರುತ್ತ, ಅತಿಕ್ರಮಿಸಬಲ್ಲ ದೂರವು ಅಪರಿಮಿತವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚುವಂತೆಯೇ, ನಿಡುಗಂಡಿಗಳ ಮತ್ತು ಅತಿ ಪುಟ್ಟ ರಂಧ್ರಗಳ ಮೂಲಕ ಸಾಂದ್ರೀಕೃತವಾದ ಬೆಳಕು, ಚೂಪಾಗಿಯೂ, ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾಗಿಯೂ, ಬಹು ದೂರ ಹಾರಿಬಿಡಬಲ್ಲ ಶಕ್ತಿಯನ್ನೂ ಪಡೆಯುತ್ತದೆ. ಅಂತೂ ಅತ್ಯಂತ ಮೊನೆಚಾಗಿ ಹೊರಗೆ ಹೊಮ್ಮುವ ಬೆಳಕು $\frac{1}{10}$ ಡಿಗ್ರಿಗಿಂತಲೂ ಚೂಪಾದ ಕೋಣವುಳ್ಳ ಶಂಕ್ವಾಕಾರವಾಗಿ ಹರಿಯುತ್ತ, ತಾನು ಹೊರಹೊಮ್ಮುವಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನಿಗಿಂತಲೂ ಮಿಲಿಯಗಟ್ಟಳೆ ಬಾರಿ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾಗುತ್ತದೆ.

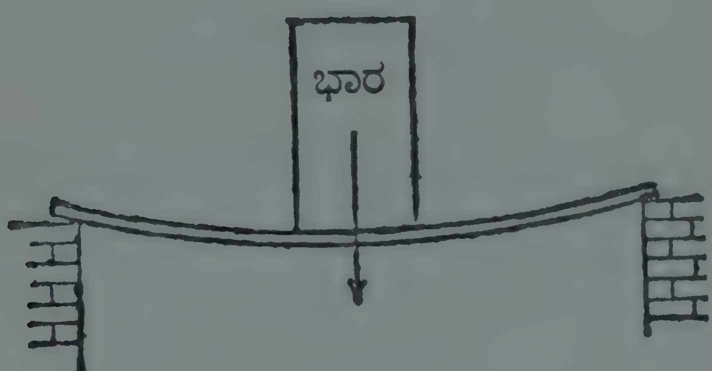
ಮೇಸರ್ ಮತ್ತು ಲೇಸರ್‌ಗಳು ಇನ್ನೂ ಶೈಶವಾವಸ್ಥೆಯಲ್ಲೇ ಇದ್ದು, ಇವುಗಳ ಸಾಧ್ಯತೆಗಳೆಲ್ಲ ಅನೇಕವಿವೆ, ಅಪರಿಮಿತವಿವೆ. ರೇಡಿಯೋ, ಟೆಲಿವಿಶನ್, ಟೆಲಿಫೋನ್ ಸಂಪರ್ಕಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಉಪಗ್ರಹಗಳೊಡನೆ ಸಂಪರ್ಕ, ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸೆ, ಮೊದಲಾದುವುಗಳಲ್ಲಿಯೂ, ಇವು ಮಹದುಪಕಾರವನ್ನೀಯುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯು ಇದ್ದೇ ಇದೆ.

ಪುಸ್ತಕ 3

ನಿತ್ಯಜೀವನದಲ್ಲಿ ಭೌತ ಶಾಸ್ತ್ರ

ನಮ್ಮ ನಿತ್ಯಜೀವನದ ಪ್ರತಿ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲೂ ಒಂದಲ್ಲ ಒಂದು ತರದ ಬಲವನ್ನು ನಾವು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತೇವೆ, ಇಲ್ಲವೆ ಪ್ರತಿಭಟಿಸುತ್ತೇವೆ. ಹೀಗೆ ನಮ್ಮ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ತಿಳಿದೋ, ತಿಳಿಯದೆಯೋ ನಾವು ಅನೇಕ ಭೌತ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಪಾಲಿಸುತ್ತ ಬರುತ್ತಲಿದ್ದೇವೆ. ಇಂಥ ಎಲ್ಲವನ್ನೂ ವಿವರಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲವಾದರೂ ಕೆಲವು ಉಪಕರಣಗಳ, ಸಾಧನಗಳ, ಉಪಯೋಗ ಏನು? ಏಕೆ? ಗಳನ್ನು ಇಲ್ಲಿ – ಈ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ರಚನೆಗಳ ವಿನ್ಯಾಸ (Design) ಎರಡು ಆಧಾರಗಳ ನಡುವೆ ಒಂದು ಹಲಗೆಯನ್ನಿಟ್ಟು ಹಲಗೆಯ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಭಾರವಸ್ತುವನ್ನಿಟ್ಟರೆ, ಚಿತ್ರ 116ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ, ಹಲಗೆ ಅಲ್ಲೇ ಬಾಗುವುದು. ಭಾರ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ, ಬಾಗುವಿಕೆಯೂ ಹೆಚ್ಚು. ಒಂದು ಮಿತಿಯ ಭಾರವನ್ನು ಮಿಕ್ಕರೆ, ಹಲಗೆಯು ಅಲ್ಲೇ ಮುರಿದುಬಿಡುವುದು. ಆದರೆ ಹೀಗೆ ಭಾರ ಹೇರಿ ಮುರಿಯುವಷ್ಟು ಸುಲಭವಾಗಿ, ನಾವು ಅದೇ ಹಲಗೆಯನ್ನು ಇಕ್ಕಡೆಗಳಿಂದಲೂ ಎಳೆದು ಎರಡು ತುಂಡುಗಳಾಗಿ ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಲಾರೆವು. ಹಾಗೆ ಪ್ರತ್ಯೇಕಗೊಳ್ಳಲು ಹೆಚ್ಚಿನ ಎಳೆತದ ಬಲವು ಅವಶ್ಯವಿದೆ. ಚಿತ್ರ 117 ನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ. ಇದರಲ್ಲಿ ಎರಡು ಜಂತಿಗಳನ್ನು

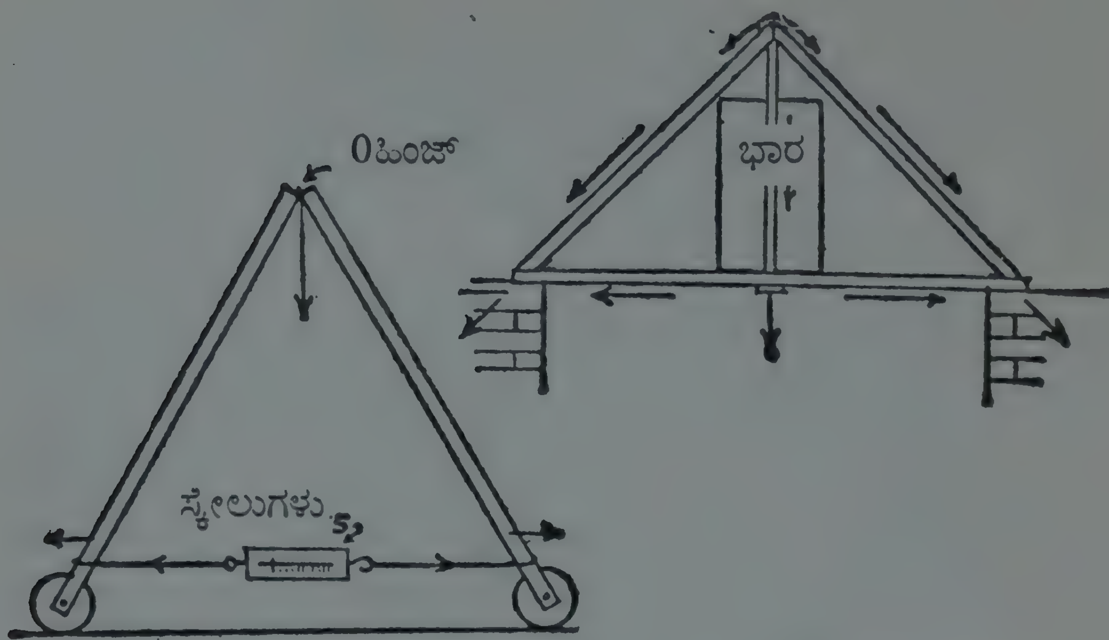


ಚಿತ್ರ 116: ಭಾರವಿರಿಸಿದ ಹಲಗೆ.

ಓರೆಯಾಗಿ ನಿಲ್ಲಿಸಿ, ಪ್ರತಿಯೊಂದರ ಒಂದು ತುದಿಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟಿಗೆ ತಂದು ಆಧರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಕೆಳತುದಿಗಳು ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ಸಾಕಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದು, ಒಂದು ಬಲವಾದ ದಾರದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಬಿಗಿಯಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ, ಮಧ್ಯೆ ಎಳೆತವನ್ನಳೆಯುವ ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ತಕ್ಕಡಿಯಿದೆ. ಮೇಲಿನ ಹಿಂಜಿನ (Hinge) ಮೇಲೆ, ಇಲ್ಲವೆ ಜಂತಿಗಳ ಮೇಲೆ ಭಾರವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದರೆ, ಇದು ಹೇಗೆ ವ್ಯಕ್ತವಾಗುವುದು ಬಲ್ಲಿರಾ? ಅದು ದಾರದ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಎಳೆತವನ್ನು ತೋರುವುದೇ ವಿನಾ, ಭಾರವು ಅದನ್ನು ಬಗ್ಗಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ದಾರದ ಬದಲು ಹಲಗೆಯನ್ನು ಇಟ್ಟರೂ ಕೂಡ ಅದು ಪ್ರಯೋಗಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಬಲದಿಂದ ಕೆಳಗೆ ಕುಗ್ಗುವ ಬದಲು, ಇಕ್ಕಡೆಗಳಲ್ಲೂ ಎಳೆಯಲ್ಪಡುವುದು; ಅಂತೂ ಇಂಥ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಿಂದಲೇನೂ ಹಲಗೆಯು ಕುಸಿಯುವುದಿಲ್ಲ, ಹೆಚ್ಚಿನ ಭಾರವನ್ನೂ ಇದು ಆಧರಿಸಬಲ್ಲುದು.

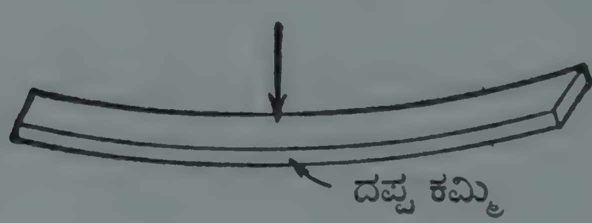
ಇಂಥ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಟ್ರಸ್ಸ್ (Truss) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಕಟ್ಟಡಗಳ ರಚನೆಯಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಇದು ಅತಿ ಉಪಯುಕ್ತ ಸಾಧನವೆನಿಸಿದೆ. ಓರೆ ಜಂತಿಗಳನ್ನು ಕೆಳಮಗ್ಗುಲಲ್ಲಿ ಆಧರಿಸಿರುವ ಗೋಡೆಗಳ

ದೂರವು ಬಹಳ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದರೆ, ಇದೇನೂ ಸುಲಭ ರಚನೆಯೆನಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ರೈಲುಹಾದಿಯ ಸೇತುವೆಗಳಲ್ಲಿ ಇಂಥ ಟ್ರಸ್ಸುಗಳ ಆವರ್ತನೆಯಿದೆ, ಮತ್ತು ಅನುಕ್ರಮವಾದ ಟ್ರಸ್ಸುಗಳ ಎಳೆತಗಳೆಲ್ಲ ಕೂಡಿಕೊಂಡು ಒಟ್ಟು ಬಲವು ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ.



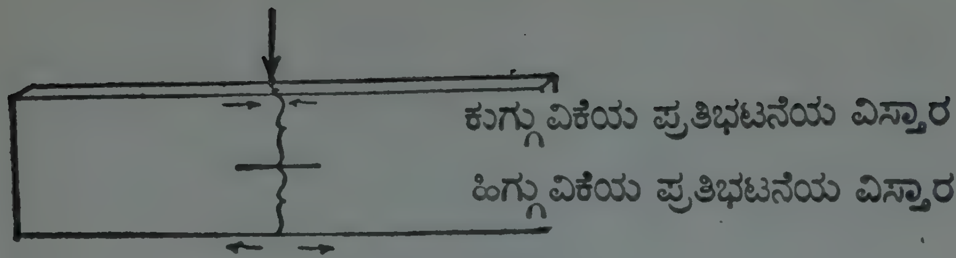
ಚಿತ್ರ 117: ಟ್ರಸ್‌ಗಳ ಕಾರ್ಯದ ಚಿತ್ರ.

ಇನ್ನೂ ಒಂದು ವಿಚಾರ; ಚಿತ್ರ 118 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿದ ಹಲಗೆಯು ಭಾರದಿಂದ ಮಧ್ಯೆ ತಗ್ಗಿದೆ. ಇದು 8″ ಅಗಲವೂ 2″ ದಪ್ಪವೂ ಇದೆ ಎಂದು ಭಾವಿಸಿರಿ. ಸಾಮಾನ್ಯ ಭಾರವನ್ನು ಹಲಗೆಯ ನಡುವೆ ಇಟ್ಟರೆ, ಇದು ಸುಲಭವಾಗಿ ಬಗ್ಗುತ್ತದೆ; ಕಾರಣ, ಎಳೆತಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಅವಕಾಶವಿಲ್ಲ – ಕೇವಲ 2″ ದಪ್ಪದ ಹಲಗೆಯ ಪಟಲಗಳಷ್ಟೇ ಇಂಥ ಎಳೆತಕ್ಕೆ ಈಡಾಗತಕ್ಕವು – ಇದೇ ಹಲಗೆಯನ್ನು ತಿರುಗಿಸಿ 8″ ದಪ್ಪಕ್ಕಿಡಲಾಗಿದೆ. ಆಗಲೋ ಚಿತ್ರ 119 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ, ಹೆಚ್ಚು ಭಾಗವು (ದಪ್ಪವು) ಎಳೆತಕ್ಕೆ



ಚಿತ್ರ 118: ಭಾರ ಹೊರುವ ತೊಲೆಗಳು

ನಿಲಕಬಲ್ಲುದು, ಕಾರಣ, ಹೆಚ್ಚಿನ ಭಾರವನ್ನು ಇಂಥ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಈ ಹಲಗೆಯ ತಾನು ಹೊರ ಬಲ್ಲುದು. ಹಲಗೆಯು ಹಿಂದಿನದೇ, ಅದರಲ್ಲಿನ ವಸ್ತುವೂ ಪ್ರತ್ಯೇಕವಲ್ಲ. ಆದರೂ ಹೊರಬಲ್ಲ ಭಾರವು $(\frac{8}{2})^3=64$ ಪಾಲು ಆಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಹಲಗೆಗಳು ದಪ್ಪನಾದಂತೆ, ಅವುಗಳ ದೃಢತೆ (ಭಾರಧಾರಣಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ Rigidity)ಯು ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಅಧಿಕ ಭಾರವನ್ನು ಹೊರಬಲ್ಲ ಮರದ, ಇಲ್ಲವೆ ಕಬ್ಬಿಣದ



ಚಿತ್ರ 119: ಭಾರವಹನದ ವೇಳೆಪ್ರತಿಭಟನೆ

ತೊಲೆಗಳು (Beams) ಅವಶ್ಯವಾಗಿಯೂ ಹೆಚ್ಚು ದಪ್ಪವಿರಬೇಕೇ ವಿನಾ, ಹೆಚ್ಚು ಅಗಲವಿರಬೇಕೆಂದಿಲ್ಲ. ಚಿತ್ರ 120 ರಲ್ಲಿ ತೊಲೆಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ದಪ್ಪವಿರುವಂತೆಯೇ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗಿದೆ.



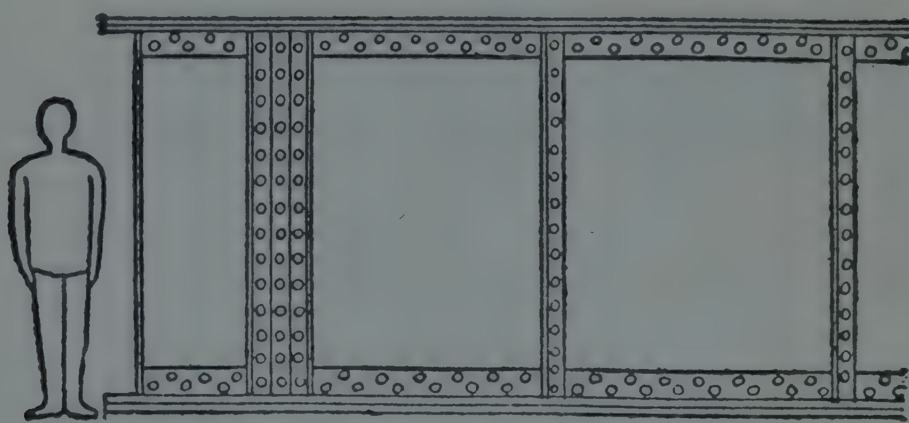
ಚಿತ್ರ 120: ಜಂತಿಗಳು ಓರೆಯಾಗಿ ನಿಲ್ಲುವ ಸ್ಥಿತಿ.

ಮೇಲಿನ ಮಾತುಗಳು ಮರ, ಕಬ್ಬಿಣ ಮೊದಲಾದ ಎಲ್ಲ ಕಟ್ಟಡ ರಚನೆಯ ವಸ್ತುಗಳಿಗೂ ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತವೆ. ಉಕ್ಕಿನ 2″ ಅಗಲ 8″ ದಪ್ಪದ ತೊಲೆಯೆಂದರೆ ಏನು ಸಾಮಾನ್ಯವೆ? ಅಡಿಗಟ್ಟಳೆ ಉದ್ದವಿರುವ ಇಂಥ ತೊಲೆಯು ಎಷ್ಟು ಭಾರವಿರಲಾರದು? ಆದರೆ, ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಇಂಥತೊಲೆಗಳು ಆಯತಾಕಾರವಾದ ಸೀಳನ್ನು ಪಡೆದಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಇವುಗಳ ಸೀಳು (Section) I ಆಕಾರದಲ್ಲಿದೆ. ಮೇಲೆ ಅಗಲವಾಗಿಯೂ, ಹಾಗೆಯೇ ಕೆಳಗೆ ಅಗಲವಾಗಿಯೂ, ನಡುವೆ ಮಾತ್ರ ಸಪುರವಾಗಿಯೂ ಇರುವ ಸೀಳಿನ ತೊಲೆಗಳಿದ್ದು ಮೇಲ್ಭಾಗ ಮತ್ತು ಕೆಳಭಾಗಗಳ ನಡುವಣ ದೂರವು ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ, ಇಂಥ ತೊಲೆಗಳ ದೃಢತೆಯು ಹೆಚ್ಚುವುದು. I ಸೀಳು ತೊಲೆಗಳ ರಚನೆಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಆದರ್ಶ ಪ್ರಮಾಣವೆನಿಸಿದೆ (Standard). ಇನ್ನುಳಿದ ಆಕಾರಗಳಾದ ಚೇನಲ್ (Channel) ಮತ್ತು ಏಂಗಲ್ (Angle)ಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರ 121 ರಲ್ಲಿ ತೋರಲಾಗಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 121: ತೊಲೆ. ಚಾನಲ್ ಮತ್ತು ಏಂಗಲ್‌ಗಳು.

ರೈಲು ಹಾದಿಗಳ ಚಿಕ್ಕ ಸೇತುವೆಗಳು, ರಸ್ತೆಗಳಲ್ಲಿನ ಚಿಕ್ಕ ಕಮಾನುಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ತೊಲೆಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆಂದೂ, ಈ ತೊಲೆಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಮಟ್ಟಿಗೆ I ಸೀಳಿನವೆಂದೂ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿದೆವಷ್ಟೆ. I ಸೀಳಿರುವ ಬಹಳ ಉದ್ದನಾದ ತೊಲೆಗಳನ್ನು ಪ್ಲೇಟ್ ಗರ್ಡರ್ (Plate girder)ಗಳನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಉಕ್ಕಿನ ಅಗಲವಾದ ತೊಲೆಗಳು ಮೇಲಕ್ಕೂ ಕೆಳಗೂ ಇದ್ದು, ಇವುಗಳನ್ನು ತಕ್ಕ ಸಪುರವಾದ ಉಕ್ಕಿನ ಹಲಗೆಗಳಿಂದ ಜೋಡಿಸಲಾಗಿದ್ದು, ಭದ್ರವಾಗಿಯೂ ಕುಳ್ಳಿರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಹೀಗೆ ರಿವೆಟ್‌ನಿಂದ ಜೋಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ತೊಲೆಗಳಾದರೋ ಬಹಳ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಚಾಚಿರಬಲ್ಲುವು.

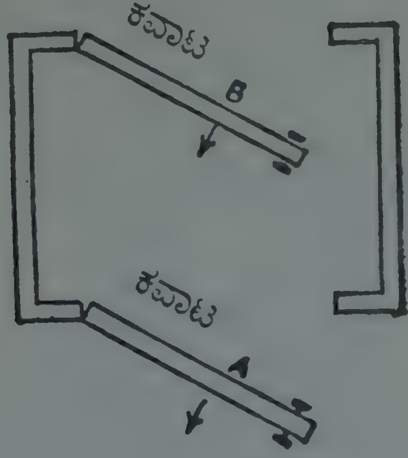


ಚಿತ್ರ 122: ಪ್ಲೇಟ್ ಗರ್ಡರ್.

ಪಂಪುಗಳು ದ್ರವಗಳನ್ನೆತ್ತುವ, ದ್ರವಗಳನ್ನು ಸ್ಥಳಾಂತರಿಸುವ ಸಾಧನಗಳನ್ನೂ, ಗಾಳಿಯನ್ನೋ ಇತರ ಅನಿಲಗಳನ್ನೋ ಹೀರುವ, ಇಲ್ಲವೆ ಅಮುಕುವ ಸಾಧನಗಳನ್ನು ಪಂಪು(Pump)ಗಳೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಈ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಗಾಳಿಯನ್ನು ಶೋಷಿಸುವ, ಗಾಳಿಯನ್ನೂ ಅಮುಕಿ ಸಾಂದ್ರೀಕರಿಸುವ, ನೀರನ್ನೆತ್ತುವ ಮತ್ತು ನೀರನ್ನೆತ್ತಿ ತಳ್ಳುವ, ಹೀಗೆ ನಾಲ್ಕು ವಿಧದ ಪಂಪುಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸುತ್ತೇವೆ. ಎಲ್ಲಾ ಪಂಪುಗಳಲ್ಲೂ ಸಿಲಿಂಡರ್ ತಾನು ಪಂಪಿನ ಮುಖ್ಯ ಭಾಗ. ದ್ರವ ಇಲ್ಲವೆ ಅನಿಲಗಳನ್ನು ಶೇಖರಿಸಲಾಗುವ ಪಾತ್ರೆಯಿದು. ಎಳ್ಳಷ್ಟೂ ಸೋರುವಿಕೆಗೆ ಅವಕಾಶವಿಲ್ಲದಂಥ ಪಿಸ್ಟನ್ (Piston) ಮತ್ತು ಎರಡೋ ಮೂರೋ, ಒಂದು ಮಗ್ಗುಲಿಗೇ ತೆರೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಕವಾಟಗಳು (Valve) ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಇರುತ್ತವೆ. ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಟ್ಟಿಗೆ ವಾತಾವರಣದ ಒತ್ತಡದ ಉಪಯೋಗವನ್ನು ಪಂಪುಗಳು ಪಡೆಯದೇ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಶೂನ್ಯ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಯಾವ ಪಂಪೂ ಕೆಲಸ ಮಾಡಲಾರದು ಎನ್ನುವುದರಲ್ಲಿ ಉತ್ಪ್ರೇಕ್ಷೆ ಏನೇನೂ ಇಲ್ಲ.

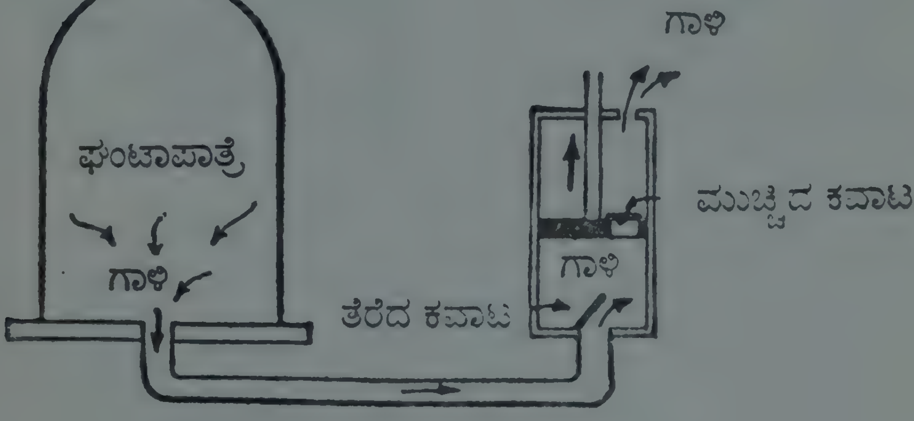
ಚಿತ್ರ 123 ರಲ್ಲಿ ಕವಾಟಗಳು ಹೇಗೆ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಎಸಗುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಚಿತ್ರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಒಂದು ಕೋಣೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದರ ಸರಿ ಇದಿರಿಗೇನೆ ಮತ್ತೊಂದು, ಹೀಗೆ ಎರಡು ಬಾಗಿಲುಗಳಿವೆ ಎಂದು ಯೋಚಿಸಿರಿ. ಆಗ ಫಕ್ಕನೆ ನೀವು A ಬಾಗಿಲನ್ನು ತೆರೆದಿರಿ, ಇಲ್ಲವೆ ಮುಚ್ಚಿದಿರಿ ಎಂದುಕೊಳ್ಳಿ. ಆಗ ತನ್ನಂತೆಯೇ B ಕೂಡ ತೆರೆಯುತ್ತದೆ, ಇಲ್ಲವೆ ಮುಚ್ಚಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೋ ಸ್ಪಷ್ಟವಿದೆ. ಬಾಗಿಲನ್ನು ಮುಚ್ಚಿದಾಗ ಕೋಣೆಯ ಗಾಳಿಯಾದರೋ ತುಸು ಅಮುಕಲ್ಪಟ್ಟು ಇದು ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನ ಬಾಗಿಲನ್ನು ತಳ್ಳುತ್ತದೆ, ಆಚೆ ಬಾಗಿಲು ತೆರೆಯುತ್ತದೆ. ಬಾಗಿಲನ್ನು ಹೊರಕ್ಕೆ ತೆರೆದಾಗಲೋ, ಕೋಣೆಯೊಳಗಿನ ಗಾಳಿ ಶೋಷಿಸಲ್ಪಟ್ಟು, ಆಚೆ ಬಾಗಿಲು ಅದರ ಹೊರಗಿನ ಗಾಳಿಯ ಹೆಚ್ಚಿನ ಒತ್ತಡದಿಂದ ಕೋಣೆಯೊಳಗೇ ತೆರೆಯುತ್ತದೆ.

ಈ ಬಾಗಿಲುಗಳನ್ನೇ ಹೋಲುವ ಕವಾಟಗಳು (ವಾಲ್ವ್ Valves) ಪಂಪುಗಳಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಪಂಪುಗಳಲ್ಲಿನ ಸಿಲಿಂಡರುಗಳು ಕೋಣೆಗಳಂತಿದ್ದು, ವಾಲ್ವ್‌ಗಳು ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಬಾಗಿಲುಗಳ ಸ್ಥಾನವನ್ನಾಕ್ರಮಿಸಿವೆ.



ಚಿತ್ರ 123: ಕವಾಟಗಳ ಕಾರ್ಯ.

ಗಾಳಿಯ ಶೋಷಕ ಪಂಪು (Air Exhaust Pump) ಚಿತ್ರ 124 ರಲ್ಲಿ ಗಾಳಿಯನ್ನು ಶೋಷಿಸುವ ಪಂಪನ್ನು ಚಿತ್ರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಒಂದು ಪಾತ್ರೆಯಿಂದ ಪಾಕ್ಷಿಕವಾಗಿ, ಇಲ್ಲವೆ ಪೂರ್ತಿ ಗಾಳಿಯನ್ನು ಹೀರಬಲ್ಲ ಸಾಧನವಿದು. ಇದರಲ್ಲಿ C ಯು ಪಂಪಿನ ಸಿಲಿಂಡರ್. ಇದರೊಳಗೆ ಗಾಳಿಯು ಸೋರಲವಕಾಶವಿಲ್ಲದ ಪಿಸ್ಟನ್ P ಒಂದಿದೆ. ಈ ಪಿಸ್ಟನಿನಲ್ಲಿ A ಎಂಬ ಕವಾಟವಿದೆಯಲ್ಲದೆ,

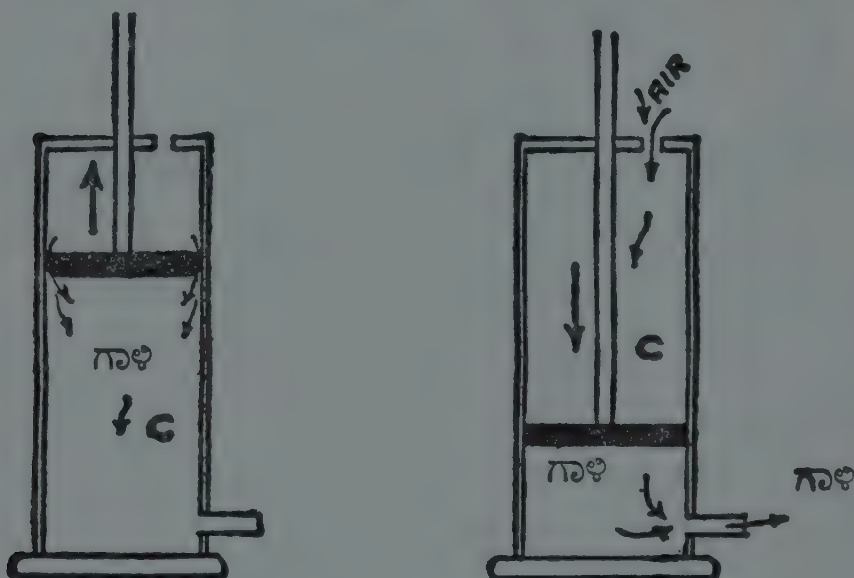


ಚಿತ್ರ 124: ಶೋಷಕಪಂಪು.

ಸಿಲಿಂಡರಿನ ಕೆಳಗೆ ಮತ್ತೊಂದು ಕವಾಟ B ಇದೆ. ಇದರಾಚೆಯ ನಳಿಗೆಯು ಸಿಲಿಂಡರನ್ನು ಶೋಷಿಸಲಿರುವ ಪಾತ್ರೆಗೆ ಜೋಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ಈ ಪಂಪು ಹೇಗೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತದೆಂಬುದನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸೋಣ. ಮೊದಲು ಪಿಸ್ಟನನ್ನು ಕೆಳಗೆ ಒತ್ತಿದಾಗ, ಪಿಸ್ಟನ್ ಮತ್ತು ಸಿಲಂಡರಿನ ಬುಡ ಇವುಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಗಾಳಿ ಅಮುಕಲ್ಪಡುತ್ತದೆ; ಫಲವಾಗಿ Bಯು ಮುಚ್ಚಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಮತ್ತು A ಯಾದರೋ ತೆರೆಯುತ್ತ, ನಡುವಣ ಗಾಳಿಯು ಮೇಲಕ್ಕೆ ಪಿಸ್ಟನಿನಿಂದ ಮೇಲಕ್ಕೆ, ಧಾವಿಸುತ್ತದೆ. ಈಗ ಪುನಃ ಪಿಸ್ಟನನ್ನು ಮೇಲ

ಕ್ಕೆಳೆದಾಗ, ಒಳಗಿನ ಗಾಳಿಯು ಶೋಷಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುವ ಕಾರಣ. A ಯು ಮುಚ್ಚುತ್ತದೆ; ಆದರೆ, B ಯು ಹೊರಗಿನ ಪಾತ್ರೆಯ ಮತ್ತು ನಾಳದ ಗಾಳಿಯ ಹೆಚ್ಚಿನ ಒತ್ತಡದ ಕಾರಣ ತೆರೆದು, ಅಲ್ಲಿನ ಗಾಳಿಯು ಸಿಲಿಂಡರಿನೊಳಗೆ ಪ್ರವೇಶಿಸುತ್ತದೆ. ಪುನಃ ಪಿಸ್ಟನನ್ನು ಕೆಳಗೆ ಒತ್ತಿದಾಗ, ಹಿಂದಿನಂತೆಯೇ ಗಾಳಿ ಪಿಸ್ಟನಿನ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಧಾವಿಸುತ್ತ, ಮುಂದೆ ಪಿಸ್ಟನನ್ನು ಮೇಲಕ್ಕೆತ್ತಿದಾಗ, ಮೇಲೆ ತಳ್ಳಲ್ಪಟ್ಟ ಗಾಳಿ ಎಲ್ಲವೂ ಸಿಲಿಂಡರಿನ ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲಿನ H ರಂಧ್ರದ ಮೂಲಕ ಹೊರಕ್ಕೆ ಧಾವಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಮೇಲೆ, ಕೆಳಗೆಂಬಂತೆ ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಪಿಸ್ಟನನ್ನು ತಳ್ಳುತ್ತ, ನಳಿಗೆಯ ಆಚೆ ತುದಿಯಲ್ಲಿನ ಪಾತ್ರೆಯ ಗಾಳಿಯನ್ನು ಶೋಷಿಸಬಹುದು. ಶತ್ವಶಃ ಇಂಥ ತಳ್ಳುವಿಕೆಗಳ ಫಲವಾಗಿ, ಪಾತ್ರೆಯ ಗಾಳಿಯನ್ನೆಲ್ಲ ಶೋಷಿಸಿ ನಿರ್ವಾತ ಪ್ರದೇಶವನ್ನುಂಟುಮಾಡಲೂ ಬರುತ್ತದೆ.

ಸಾಂದ್ರಕ ಪಂಪು (ಒತ್ತಡ ಹೇರುವ ಪಂಪು) ಕಾಲ್ಚೆಂಡಿಗೆ, ಸೈಕಲ್ ಟ್ಯೂಬಿಗೆ ಗಾಳಿ ತುಂಬಿಸುವ ಪಂಪು ಇಂಥ ಸಾಂದ್ರಕ ಪಂಪು. ಇದರ ಆಕೃತಿಯನ್ನು ಚಿತ್ರ 125 ರಲ್ಲಿ ನೋಡಿರಿ. ಇದರಲ್ಲಿಯೂ ಒಂದು ಸಿಲಿಂಡರ್ ಮತ್ತು C ಬೆಣೆ (ಪಿಸ್ಟನ್)ಗಳಿವೆ. ಸಿಲಿಂಡರಿನ ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲಿನ ರಂಧ್ರದ

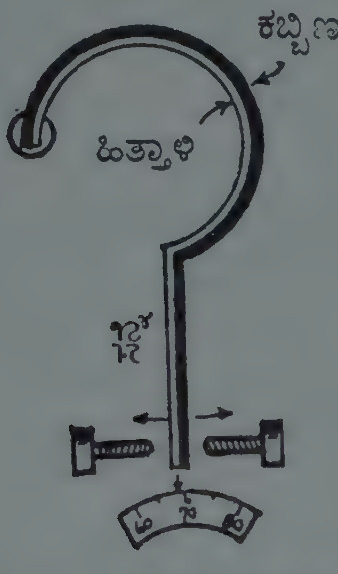


ಚಿತ್ರ 125: ಸಾಂದ್ರಕ ಪಂಪು.

ಮೂಲಕ ಹೊರಗಿನ ಗಾಳಿ ಸಿಲಿಂಡರಿನೊಳಗೆ ಪ್ರವೇಶ ಪಡೆಯುತ್ತದೆ. ಪಿಸ್ಟನನ್ನು ಕೆಳಮುಖವಾಗಿ ತಳ್ಳುವಾಗ ಇದು ತಾನೂ ಅಗಲಿಸಿ, ಒಂದಿಷ್ಟೂ ಗಾಳಿಯನ್ನು ಮೇಲಕ್ಕೆ ಹೋಗಲು ಬಿಡುವುದಿಲ್ಲ. ಬದಲು ಪಿಸ್ಟನಿನ ಕೆಳಗೆ ಇರುವ ಗಾಳಿಯು ತನಗಿಂತ ಮುಂದೆ ಇರುವ ಕಾಲ್ಚೆಂಡನ್ನೋ, ಸೈಕಲ್ ಟ್ಯೂಬನ್ನೋ, ತುಂಬುವುದು. ಈಗ ಪಿಸ್ಟನನ್ನು ಮೇಲಕ್ಕೆಳೆದರೆ, ಇದರಲ್ಲಿನ ರಬ್ಬರ್ ತುಸು ಕುಗ್ಗುತ್ತ ಸುತ್ತಲೂ ಈ ಪಿಸ್ಟನಿನೊಳಭಾಗಕ್ಕೆ (ಕೆಳಭಾಗಕ್ಕೆ) ಮೇಲಿನಿಂದ ಗಾಳಿಯು ಪ್ರವೇಶ ಪಡೆಯುವುದು. ಪುನಃ ಪಿಸ್ಟನಿನ ಕೆಳಮುಖ ಚಲನೆಯ ವೇಳೆ, ಇದು ಅಗಲಿಸಿ ಆ ಗಾಳಿಯನ್ನಲ್ಲೇ ತಳ್ಳುತ್ತ ಪಾತ್ರೆಯೊಳಗೆ ತುಂಬಿಸುವುದು. ಹೀಗೆ ಪಿಸ್ಟನಿನ ಹಿಂದೆ, ಮುಂದೆ ಎನ್ನುವ ಆಹತಿ (Strokes)ಗಳ ಫಲವಾಗಿ ಹೊರಗಿನಿಂದ ಹರಿದು ಬಂದ ಗಾಳಿ ಪಾತ್ರೆಯೊಳಗೆ ತುಂಬುವುದು.

ಉಷ್ಣತಾನಿರ್ಧಾರಕ (Thermostat) ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಮಟ್ಟದಲ್ಲೇ ಇರುವಂತೆ ಮಾಡುವ ಸಾಧನವೇ ಉಷ್ಣತಾನಿರ್ಧಾರಕ (Thermostat). ಮನೆಯನ್ನು ಸುಖೋಷ್ಣ

ದಲ್ಲಿರಿಸಲು ಇಂಥ ಸಾಧನವನ್ನೇ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ತೈಲವನ್ನು ಇಂಧನವನ್ನಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿ, ಉಷ್ಣವನ್ನು ಪಡೆದು, ಆ ಉಷ್ಣದಿಂದ ಎರಡು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಲೋಹಗಳ ಜೋಡಣೆಯಿಂದ ಪಡೆದ ಪಟ್ಟಿಯೊಂದನ್ನು ಬಿಸಿ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಆಗಲೋ ಈ ಎರಡು ಲೋಹಗಳ ರೇಖಾ ವಿಕಾಸಸೂಚಕಾಂಶಗಳು ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾದ ಕಾರಣ, ಈ ಜೋಡಣೆಯು ಒಂದಲ್ಲ ಒಂದು ಬದಿಗೆ ಬಾಗುತ್ತದೆ, ಬಾಗುತ್ತ, ಚಿತ್ರ 126 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ, ಒಂದು ಸನ್ನೆಯನ್ನು ಚಲಿಸುವಂತೆಯೂ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಈ ಸನ್ನೆಯೋ

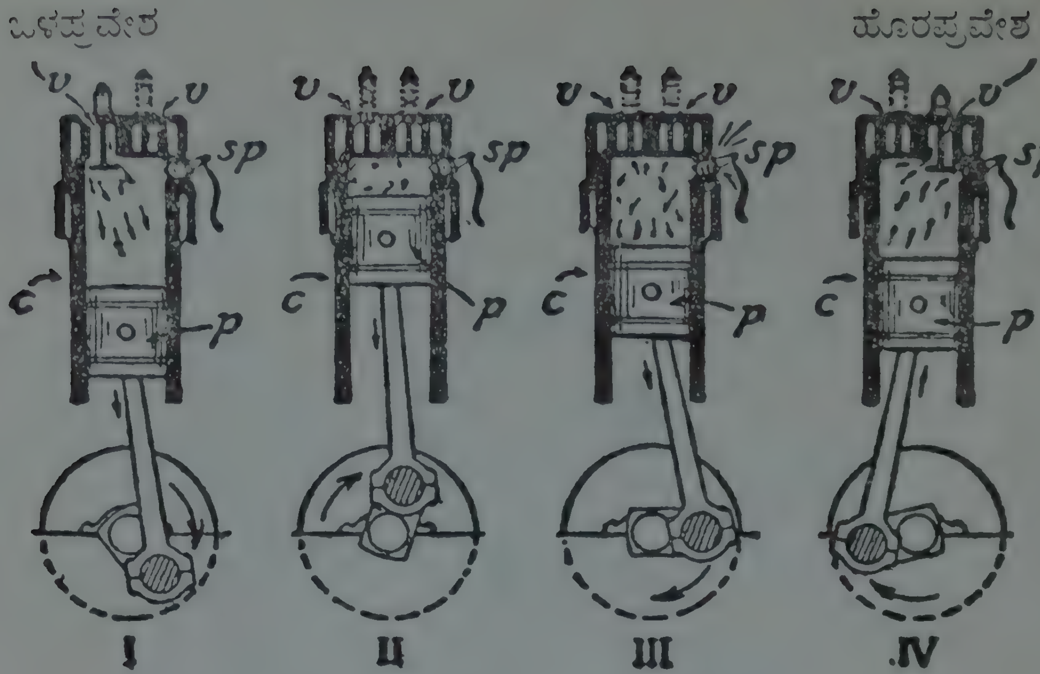


ಚಿತ್ರ 126: ಉಷ್ಣತಾ ನಿರ್ಧಾರಕ.

ತಾನು ಒಂದು ವೈದ್ಯುತ ಮಂಡಲವನ್ನು (Circuit) ಮುಚ್ಚುತ್ತದೆ, ತೆರೆಯುತ್ತದೆ; ಮತ್ತು ಇದರ ಫಲವಾಗಿ, ಉಷ್ಣವನ್ನೊದಗಿಸುವ ಪಾತ್ರೆಯನ್ನು ಸ್ಥಿರೋಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿರಿಸುತ್ತದೆ. ಉಷ್ಣತೆಯು ಹೆಚ್ಚಿದೊಡನೆ, ಸನ್ನೆಯು ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಕಡಿದುಬಿಡುತ್ತದೆ. ಮತ್ತೆ ಉಷ್ಣವೊದಗುವುದಿಲ್ಲ;ಕಮ್ಮಿಯಾದಾಗ, ಸನ್ನೆಯು ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲವನ್ನು ಪೂರಯಿಸಿ, ಪ್ರವಾಹವನ್ನೊದಗಿಸಿ, ಪುನಃ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ನಿಶ್ಚಿತ ಉಷ್ಣತೆ (68°F ಎನ್ನಿರಿ)ಯಲ್ಲೇ ಕೋಣೆಯ ಸನ್ನಿವೇಶವೆಲ್ಲಾ ಇರುವಂತೆ ಮಾಡಬಹುದು.

ಅಂತರ್ದಹನ ಇಂಜಿನ್ (Internal Combustion Engines)

ಗೆಸೊಲಿನ್‌ನ ಆವಿಯನ್ನು ಗಾಳಿಯೊಡನೆ ಬೆರಸಿ, ಬೆಂಕಿ ಕೊಟ್ಟಾಗ ಈ ಮಿಶ್ರಣವು ಸ್ಫೋಟಕಾರಕ (Explosive) ವಾಗಿರುವ ಕಾರಣ, ಅತ್ಯಲ್ಪ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಸ್ಫೋಟಗೊಂಡು ಅಪಾರ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಒಮ್ಮೆಲೇ ಸೃಜಿಸುವುದು. ಈ ಸ್ಫೋಟವನ್ನಾದರೋ ಚಿಕ್ಕ ವಿದ್ಯುತ್ಕಿಡಿಯಿಂದಲೂ ಆರಂಭಿಸಬಹುದು. ಇದನ್ನೇ ಗೆಸೊಲಿನ್ ಇಂಜಿನ್‌ನಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ನಿಮ್ಮ ಕಾರಿನಲ್ಲಿ ಗೆಸೊಲಿನ್ ಅದನ್ನು ಶೇಖರಿಸಿರುವ ಟ್ಯಾಂಕಿನಿಂದ ಕಾರ್ಬುರೆಟರ್ ಮೂಲಕ ಹರಿದು, ಅಲ್ಲಿಂದ ಆವಿಯಾಗಿ ಹೊರಕ್ಕೆ ಚಿಮುತ್ತ, ಗಾಳಿಯೊಡನೆ ಬೆರೆಯುತ್ತದೆ. ಈ ಬೆರಕೆಯೇ ಮುಂದೆ ಸ್ಫೋಟಗೊಳ್ಳುವ ಮಿಶ್ರಣ; ಅಂದರೆ, ಮುಂದೆ ವಿದ್ಯುತ್ಕಿಡಿಯಿಂದ (ಸ್ಪಾರ್ಕ್ ಪ್ಲಗ್, Spark plug) ಕಾವೇರಿ, ಬೆಂಕಿ ಹಿಡಿದು ಉರಿಯುವ ಮಿಶ್ರಣ. ಇಂಥ ಆಕಸ್ಮಿಕ ಸ್ಫೋಟದಿಂದ, ಸ್ಫೋಟದ ಫಲವಾಗಿ ಒದಗುವ ಬಲದಿಂದ, ಪಿಸ್ಟನ್ ಮುಂದೆ ತಳ್ಳಲ್ಪಟ್ಟು, ಈ ಪಿಸ್ಟನಿನ ದಂಡವು ಕ್ರ್ಯಾಂಕ್‌ಶಾಫ್ಟ್ (Crank shaft) ನೊಡನೆ ಜೋಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಕಾರಣ, ಕ್ರ್ಯಾಂಕ್‌ಶಾಫ್ಟ್ ಕೂಡ ಅರ್ಧ ಸುತ್ತು ಬರುತ್ತದೆ. ಆಗಲೋ ಸುತ್ತುವ ಫ್ಲೈ ವೀಲಿನ (flywheel) ಆವೇಗ-ಸಂವೇಗ (Momentum)ದ ಕಾರಣ, ಶಾಫ್ಟ್‌ನ ಸುತ್ತುವರಿಕೆಗಳು ಮತ್ತೂ ಮುಂದುವರಿದು,



ಚಿತ್ರ 127: ಅಂತರ್ದಹನ ಇಂಜನ್.

ಪಿಸ್ಟನ್ ದಂಡವು ಪುನಃ ಹಿಂದೊತ್ತುತ್ತ, ದಗ್ಧಾನಿಲವನ್ನು ಹೊರಗೆ ತಳ್ಳುವುದು; ಇಷ್ಟರಲ್ಲಿ ಹಿಂದಿನ ಸ್ಥಾನವನ್ನೇ ದಂಡ, ಪಿಸ್ಟನ್‌ಗಳು ಆಕ್ರಮಿಸಿರುತ್ತಲೂ, ಅನಿಲಗಳನ್ನು ಒಳಗೆ ಕಕ್ಕುವ ವಾಲ್ವ್‌ಗಳೂ ತೆರೆಯುತ್ತ, ಪುನಃ ಮಿಶ್ರಣವು ಸಿಲಿಂಡರಿನೊಳಗೆ ಧಾವಿಸುವುದು –ಅಂತೂ, ಪುನಃ ಪುನಃ ಇದೇ ತೆರನಾದ ಚಕ್ರಾವರ್ತಗಳಲ್ಲಿ (cycles)–ಚಕ್ರಾವರ್ತಗಳ ನಾಲ್ಕು ಹೆಜ್ಜೆಗಳಲ್ಲಿ–ಅಂದರೆ (1) ದಹನಮಿಶ್ರಣದ ಅಂತಃಪ್ರವೇಶ, (2) ಅನಿಲಮಿಶ್ರಣದ ಅಮುಕಾಟ, (3) ಮಿಶ್ರಣದ ಸ್ಫೋಟ (4) ದಗ್ಧಾನಿಲಗಳ ನಿಷ್ಕಾಸ (Exhaustion) ಅಂತರ್ದಹನ ಇಂಜಿನು ತನ್ನ ಕಾರ್ಯವನ್ನೆಸಗುತ್ತಲೇ ಹೋಗುವುದು. ಕ್ರ್ಯಾಂಕ್‌ಶಾಫ್ಟ್ ಆದರೋ ಕಾರಿನ ಹಿಂದಿನ ಚಕ್ರ (ಗಾಲಿ,Wheel)ಗಳಿಗೆ ಜೋಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದ್ದು, ಇದರ ಚಲನವಲನಗಳ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ಹಿಂದಿನ ಗಾಲಿಗಳು ಚಲಿಸಲುಪಕ್ರಮಿಸುವುವು. ಇಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಎರಡು ಇಂಥ ಸಿಲಿಂಡರುಗಳನ್ನು, ಒಂದರ ಪಿಸ್ಟನ್ ಮುಂದೆ ಹೋಗುವಾಗ, ಮತ್ತೊಂದು ಪಿಸ್ಟನ್ ಹಿಂದೆ ಹೋಗುವಂತೆಯೂ, ಮೊದಲನೆಯದು ಹಿಂದೆ ಹೋಗುವಾಗ, ಮತ್ತೊಂದು ಮುಂದುವರಿಯುವಂತೆಯೂ, ಪೂರಕವಾಗಿಯೇ ಜೋಡಿಸಲು ಬರುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಲಂತೂ ಒಟ್ಟು ಇಂಜನಿನ ಕಾರ್ಯವು ಹದವಾಗುತ್ತದೆ, ಸುಗಮವಾಗುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ, ಕಾರ್ಬುರೆಟರ್‌ನೊಳಗೆ ವೇಗತರವಾಗಿ ಅನಿಲಗಳ ಮಿಶ್ರಣವು ಪ್ರವೇಶಿಸಿದಂತೆಯೇ, ಶೀಘ್ರತರವಾಗಿ ಇಂಜನಿನ ಕಾರ್ಯಸಾಧಕ ಹೆಜ್ಜೆಗಳೂ ಮುಂಬರಿಯುತ್ತ, ಕಾರು ವೇಗತರವಾಗಿ ಸಾಗಲು ಅನುಕೂಲವಾಗುತ್ತದೆ.

ಶಬ್ದಗಳ ಲೇಖನ (Recording) ಫೋನೋಗ್ರಾಫ್ ಫೋನೋಗ್ರಾಫ್, ಇಲ್ಲವೆ ಡಿಕ್ಟಾಫೋನ್ ರೆಕಾರ್ಡುಗಳು ಇಂದು ಸಾಮಾನ್ಯ ಎಲ್ಲರಿಗೂ ಪರಿಚಿತವಿರುತ್ತವೆ. ಚಲಚ್ಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಫಿಲ್ಮ್‌ಗಳ ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚು, ಕಮ್ಮಿ ಎಂಬಂತೆ ಅಂತರವುಳ್ಳ ಛಾಯೆಗಳಿಂದಲೂ – ಅಂದರೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ ಛಾಯಾಗ್ರಾಹಿ ವಿಧಾನದಿಂದಲೂ, ತುಸುವೇ ಶಬ್ದವನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ, ಇದನ್ನು ಚಿತ್ರಗಳಿಗೆ ಸಕಾಲಿಕವಾಗಿ ಜತೆಗೂಡಿಸಿಯೂ, (Synchronised). ವಾಕ್ಚಿತ್ರಗಳಾಗಿ ಸಂಯೋಜಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಶಬ್ದವು ಸ್ಪಂದನಗಳಿಂದ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಶಬ್ದವನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಲು, ಸ್ಪಂದನಗಳನ್ನು ತಕ್ಕಂತೆ ಸಂಗ್ರಹಿಸುವುದು ಅತ್ಯವಶ್ಯ. ಫೊನೋಗ್ರಾಫ್‌ನಲ್ಲಾದರೋ ಶಬ್ದವು ಅತ್ಯಂತ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ಲೋಹಪಟಲ (Diaphragm)ವೊಂದನ್ನು ಅಲುಗಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಪಟಲದ ನಡುಕಗಳನ್ನು ಒಂದು ಸೂಜಿಯು ಅಂತೆಯೇ ಒಂದು ಮೇಣದ ಹಾಳೆಗೆ ಯಥಾವತ್ತಾಗಿ ಸಾಗಿಸುವುದು. ಆಗ ಮೇಣದ ತಲದ ಮೇಲೆ ಶಬ್ದದ ತರಂಗಗಳ ಯಥಾಮೂಲ ಚಿತ್ರವು ಮುದ್ರಿಸಲ್ಪಡುವುದು, ಎಂದರೂ ತಪ್ಪಿಲ್ಲ; ಅಂದರೆ, ಮೇಣದ ಹೊದಿಕೆಯು ಮೇಲಣ ಅಸಂಖ್ಯ ಏರುಪೇರುಗಳು, ಉಬ್ಬು, ತಗ್ಗುಗಳು ಇವುಗಳಿಗೆ ಕಾರಣವಾದ ಶಬ್ದದ ಸ್ಪಂದನಗಳಿಗೆ ತಾವು ಅನುಗುಣವಾಗಿದ್ದು, ಇವುಗಳು ಮೇಣದ ಮೇಲಿರುತ್ತ, ಸುಲಭವಾಗಿ, ಸ್ವಲ್ಪವೇ ಬಲಪ್ರಯೋಗದ ಕಾರಣದಿಂದಲೂ ಬದಲಾಯಿಸಬಹುದಾದ ನಿಮಿತ್ತ, ಇವುಗಳ ಮೇಲೆ ಶಾಶ್ವತವಾದ ವಿದ್ಯುದ್ರಾಸಾಯನಿಕ ಲೇಪವನ್ನು ಮುದ್ರಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ತಾಮ್ರದ ಶಾಶ್ವತ ಮುದ್ರಿಕೆಯನ್ನು ಮೇಟ್ರಿಕ್ಸ್ (Matrix) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಇದನ್ನು ತಕ್ಕಂತೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿಯೇ, ಅಂದರೆ, ಇದನ್ನು ಅಚ್ಚನ್ನಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿ, ಅತಿ ಮೃದುವಾದ ಪದಾರ್ಥದ ಹಾಳೆಗಳ ಮೇಲೆ ಸಹಸ್ರಾರು ಮುದ್ರಿಕೆಗಳನ್ನೂ ಪಡೆಯುತ್ತಾರೆ; ಅತಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ಏರುಪೇರುಗಳನ್ನು ಯಥಾವತ್ತಾಗಿ ಬಿಂಬಿಸುವ ಬಗ್ಗೆ, ಟನ್‌ಗಟ್ಟಳೆ ಭಾರದ ಒತ್ತಡವನ್ನೇ ಇಂಥ ಮುದ್ರಿಕೆಗಳನ್ನೊದಗಿಸಲು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂತೂ ಈ ಮೃದು ವಸ್ತುಗಳು ಗಟ್ಟಿಯಾಗುವಾಗಲೇ ಮೇಣದ ಮುದ್ರಿಕೆಯ ಯಥಾನಕಲು ಇದರಲ್ಲಿ ಪುನರ್ಮುದ್ರಿತವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಇಂಥ ಮುದ್ರಣದ ಮೇಲೆ, ಸೂಜಿಯನ್ನು ಪುನಃ ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತ, ಹಿಂದಿನ ಶಬ್ದದ ಅಲೆಗಳನ್ನೇ ಉತ್ಪಾದಿಸಬಹುದು.

ಈ ತತ್ವವೇ ಅನೇಕ ಎಡೆಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯುಕ್ತವಾಗಿವೆ. ಟೆಲಿಫೋನ್‌ನಲ್ಲಿ ಲೋಹದ ವಪೆಯು ಮನುಷ್ಯನ ಮಾತುಗಳಿಂದ ಎಷ್ಟು ಮತ್ತು ಎಂಥ ಸ್ಪಂದನಗಳನ್ನು ತೋರುತ್ತದೆಯೋ, ಅಂಥ ಏರಿಳಿತಗಳನ್ನೇ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದಲ್ಲಿಯೂ ತೋರುತ್ತ ಈ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಏರಿಳಿತಗಳು ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲದ ಇನ್ನೊಂದೆಡೆ ಕೂಡ, ಮತ್ತೊಂದು ವಪೆಯಲ್ಲಿ ಇಂಥದೇ ಸ್ಪಂದನಗಳಿಗೆ ಅವಕಾಶವನ್ನಿತ್ತು, ಮೊದಲ ಶಬ್ದಗಳನ್ನೇ ಇನ್ನೊಂದೆಡೆ ಮಾರ್ನುಡಿಯುತ್ತವೆ. ರೇಡಿಯೋಗಳಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಇಂಥದೇ, ಆದರೆ, ತುಸು ಜಟಿಲವಾದ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಇರುತ್ತದೆ.

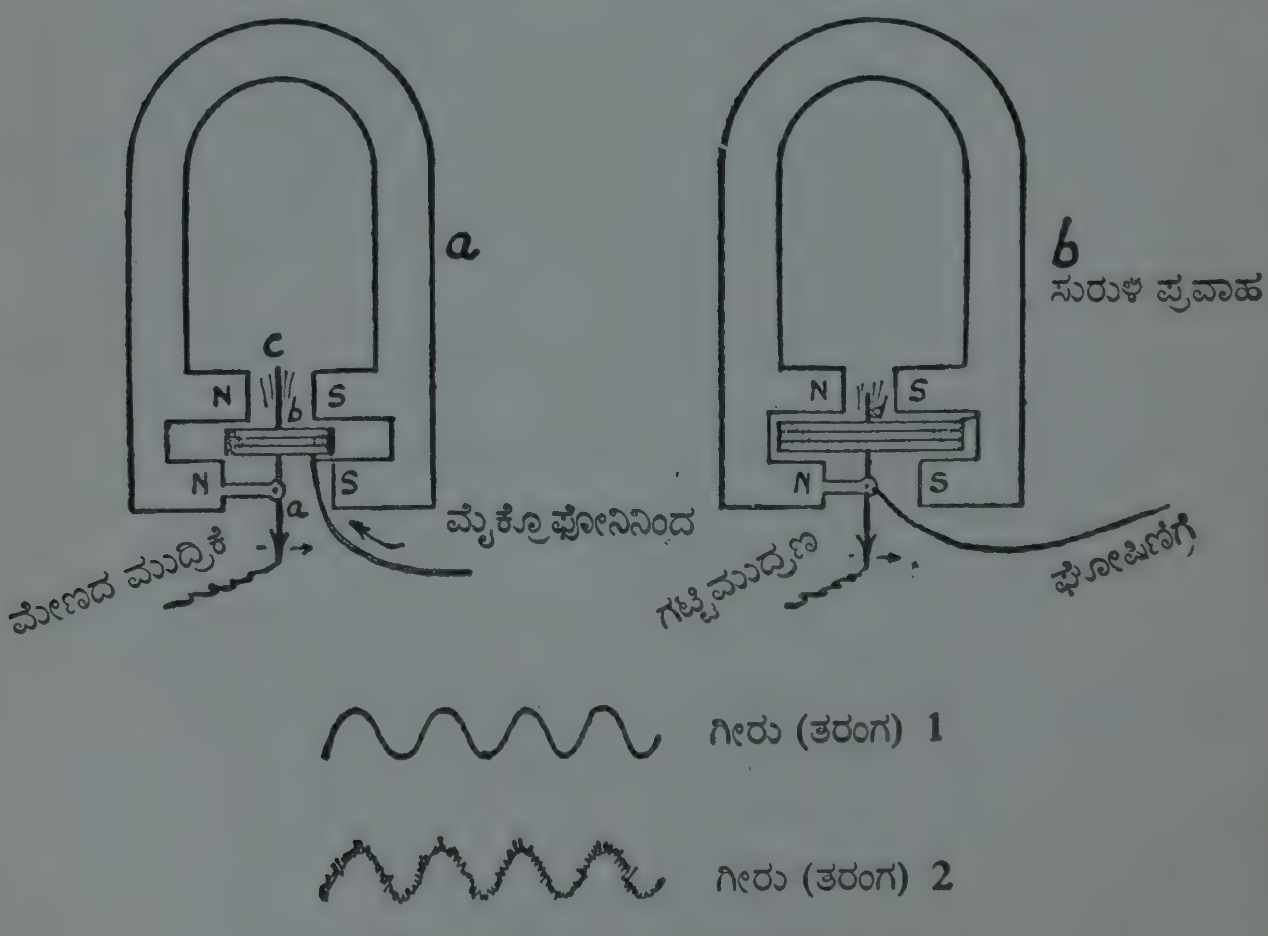
ಈ ಶಬ್ದದ ಲೇಖನ, ಮುದ್ರಣ ಮತ್ತು ಪುನರುತ್ಪಾದನೆಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಕೆಳಗಿನ ವಿಚಾರಗಳು ಸ್ಪಷ್ಟವಾದ ಹೆಜ್ಜೆಗಳೆನಿಸುತ್ತವೆ.

1. ಉತ್ಪನ್ನ ಮಾಡುವ ಶಬ್ದಗಳು ಒಂದು ಲೋಹದ ತೆಳ್ಳನಾದ ಪಟಲವನ್ನು ತಕ್ಕಂತೆ ಅಲುಗಿಸಲಿ.
2. ಈ ಪಟಲದ ನಡುಕಗಳು ಮುಂದೆ ತೆಳ್ಳನಾದ-ಮೃದುವಾದ ಪದಾರ್ಥ ಹಾಳೆಯಲ್ಲಿ ತಂತಮಗೆ ಅನುಗುಣವಾದ ಏರುಪೇರುಗಳನ್ನುಂಟುಮಾಡಲಿ.
3. ಈ ಚಿಕ್ಕ ಏರುಪೇರುಗಳ ಮೂಲಕ ಪುನಃ ಚಿಕ್ಕ ಸೂಜಿಯೊಂದನ್ನು ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಿದಾಗ ಪುನಃ ಈ ನಡುಕಗಳ ಕಾರಣದಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ವಪೆಯ (ಪಟಲವು) ಸ್ಪಂದಿಸಿದರೆ, ಮೊದಲು ಇದಕ್ಕೆಲ್ಲಾ ಕಾರಣವಾದ ಶಬ್ದದಂಥ ಶಬ್ದವೇ ಪುನಃ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುತ್ತದೆ.
4. ವೈದ್ಯುತವಾಗಿ ಪುನಃ ಮುದ್ರಿಸುವ ವೇಳೆ, ಸ್ಪಂದನಗಳಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಲೋಹಪಟಲದ ನಡುಕಗಳಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಅಂತರಗಳನ್ನು ತೋರುತ್ತದೆ, ಇಂಥ ಅಂತರಗಳು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತವೊಂದರಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು-ಕಮ್ಮಿ ಪರಿಮಾಣದ ಕಾಂತತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ತೋರುತ್ತಲೂ, ಕಾಂತಧ್ರುವಗಳ ಇದಿರಿಗೆ ಇರಿಸಲಾದ ಮತ್ತೊಂದು ತೆಳ್ಳನಾದ ಲೋಹಪಟಲವನ್ನು ನಡುಗಿಸುತ್ತ, ಹಿಂದಿನಂಥ ಶಬ್ದಗಳನ್ನೇ ಪುನಃ ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡುತ್ತವೆ.

ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ವಿಚಾರಗಳೋ, ಶಬ್ದದ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಗ್ರಹಣ, ಮುದ್ರಣ ಮತ್ತು ಪುನರುತ್ಪತ್ತಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದುವು. ಇಂದು ಇಂಥ ಶಬ್ದದ ಮುದ್ರಣ ಮತ್ತು ಪುನರುತ್ಪತ್ತಿ ಇವೆರಡೂ ವೈದ್ಯುತವಾಗಿಯೇ, ಅಲ್ಲದೆ, ಹಿಂದಿಗಿಂತಲೂ ಶೀಘ್ರತರವಾಗಿಯೂ ನಡೆಸಲ್ಪಡುತ್ತಲಿವೆ.

ಚಿತ್ರ 128ರಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಶಬ್ದದ ಲೇಖನ–ಮುದ್ರಣ–ಮತ್ತು ಪುನರುತ್ಪತ್ತಿ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ತೋರಲಾಗಿದೆ, ವಿವರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ (a)ಯು ಒಂದು ತೆಳ್ಳನಾದ ದಂಡಕಾಂತ. ಇದು (b) ಎಂಬ ಚಾಲಕದ ಸುರುಳಿಯನ್ನು ಆಧರಿಸಿದ್ದು ಒಂದು ಕಾಂತದ ಧ್ರುವಗಳ ನಡುವೆ ಇದೆ. ಧ್ವನಿವರ್ಧಕದಿಂದ ಏರಿಳಿತಗಳುಳ್ಳ ಹಾಗೂ ಆವರ್ತಲಕ್ಷಣಗಳುಳ್ಳ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಈ ಸುರುಳಿಯ ಮೂಲಕ ಹರಿಯುತ್ತಲಿದೆ. ಇದರಿಂದಲಂತೂ C ದಂಡದ ಧ್ರುವಗಳು ಆವರ್ತವಾಗಿ ದಕ್ಷಿಣ, ಉತ್ತರ ಧ್ರುವಗಳ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ತೋರುತ್ತವೆ, ಮತ್ತು ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ದಂಡವು ದೊಡ್ಡ ಕಾಂತಧ್ರುವಗಳ ನಡುವೆ ಸ್ಪಂದಿಸಲಾರಂಭಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಸ್ಪಂದಿಸುವಾಗಲೋ, ಇದಕ್ಕೆ ತಗಲಿಸಿದ ಒಂದು ಚಿಕ್ಕ ತಂತುವು ಮೇಣದ ಪಟಲದ ಮೇಲೆ ತರಂಗವನ್ನು ಗೀರುತ್ತದೆ. ಈ ತರಂಗವು ಗೆರೆ 1 ನ್ನು ಹೋಲಬಹುದು. (ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ) ಆದರೆ, ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಏರಿಳಿತಗಳು ಈ ತರಂಗದಲ್ಲಿ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಚಿಕ್ಕ,ಪುಟ್ಟ ಅಡ್ಡತಿಡ್ಡಗಳನ್ನುಂಟುಮಾಡಿ ಈ ತರಂಗದ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಸುರುಳಿಯಂಥ ರಚನೆಗಳೂ ಕಂಡುಬಂದಾವು. ಚಿತ್ರ 2 ಇಂಥ ತರಂಗಚಲನೆಯ 1 ನಿಖರ ಚಲನೆಯೆನಿಸೀತು. ಅಂತೂ ಈ ಚಿತ್ರ 2, – ರೇಖೆ 2 – ಎಂಬುದು ಮೂಲಧ್ವನಿಗನುಗುಣವಾದ ತರಂಗದ ಮುದ್ರಣ.

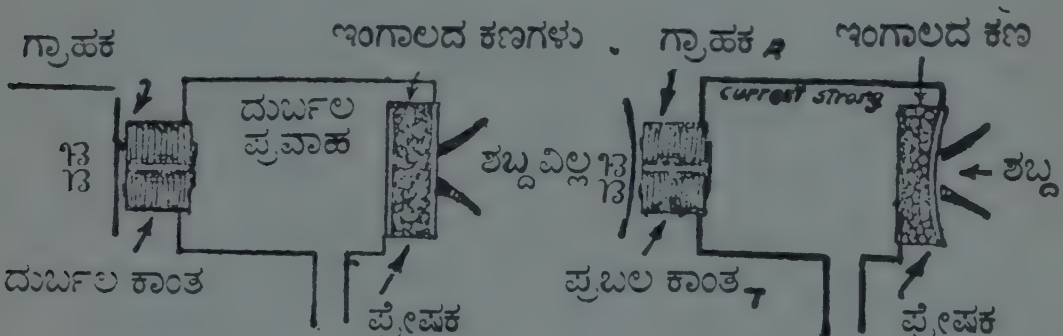
ಇಂಥ ತರಂಗದಿಂದ ಧ್ವನಿಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದನೆ ಮಾಡಬೇಕಾದರೆ, ಮೇಲೆ ವಿವರಿಸಿದ ತರಂಗ ಮುದ್ರಣದ ಕಾರ್ಯವನ್ನೆಲ್ಲ ಹಿಮ್ಮುಖವಾಗಿಸಿಯೇ, ಮುಂದುವರಿಸತಕ್ಕದ್ದು. ಚಿತ್ರ 128 (b) ಯಲ್ಲಿ ಈ



ಚಿತ್ರ 128: ಧ್ವನಿಮುದ್ರಣ ಮತ್ತು ಪುನರುತ್ಪತ್ತಿ.

ಹೆಜ್ಜೆಗಳನ್ನು ತೋರಲಾಗಿದೆ. ಇದರಲ್ಲೂ ಕಾಂತವೊಂದಿದೆ. ಇದರ ಧ್ರುವಗಳ ನಡುವೆ ಚಿಕ್ಕ ದಂಡಕಾಂತವೊಂದು ಆಧರಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದ್ದು, ಇದಕ್ಕೆ ಸೂಜಿಯೊಂದನ್ನು ತಗಲಿಸಿದೆ. ಈ ಸೂಜಿಯು ಹಿಂದೆ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿದ ಗೀರಿನಲ್ಲಿ (Groove) ಚಲಿಸುತ್ತ, ದಂಡಕಾಂತವನ್ನು ಅಲುಗಿಸುವುದು. ಇಂಥ ಅಲುಗಾಟದಿಂದಲೋ ಇದರ ಸುತ್ತಲೂ ಇರುವ ಸುರುಳಿ (d) ಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ತಕ್ಕಂತೆ ಏರುಪೇರುಗಳನ್ನು ತೋರುತ್ತದೆ, ಮತ್ತು ಇಂಥ ಹೆಚ್ಚುಕಮ್ಮಿಯಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವೇ ಸೂಜಿಯ ಮೂಲಕ ಹರಿಯುತ್ತಲೂ ಘೋಷವರ್ಧಿನಿಯನ್ನು ಸೇರುತ್ತದೆ; ಮತ್ತು ಹಿಂದಿನಂಥ ಶಬ್ದವನ್ನೇ ಗಟ್ಟಿಯಾಗಿ ಪುನರುಚ್ಚರಿಸುತ್ತದೆ.

ಅಂತೂ ಡೈನೆಮೋ, ಮೋಟರುಗಳ ವಿಚಾರವನ್ನು ಇವುಗಳ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯಲ್ಲಿನ ಭೌತತತ್ವಗಳನ್ನೂ ಪರಿಶೀಲಿಸಿರುವಿರಷ್ಟೆ. ಇವೇ ತತ್ವಗಳು ಇಲ್ಲಿಯೂ ಅಡಕವಾಗಿದೆ. ಧ್ವನಿಯ ಮುದ್ರಣದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಏರುಪೇರುಗಳು ಧ್ವನಿಯನ್ನು ಮುದ್ರಿಸುವ ಸೂಜಿಯನ್ನು ಅಲುಗಿಸಿದರೆ, ಇದರ ಪುನರುತ್ಪತ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಸೂಜಿಯ ಯಾಂತ್ರಿಕ (ಸ್ಪಂದನಶೀಲ) ಚಲನವಲನಗಳೇ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಏರಿಳಿತಗಳಾಗಿ ಘೋಷವರ್ಧಿನಿಯಲ್ಲಿ ತಂತಮ್ಮ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಬೀರುತ್ತ ಶಬ್ದವನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ.



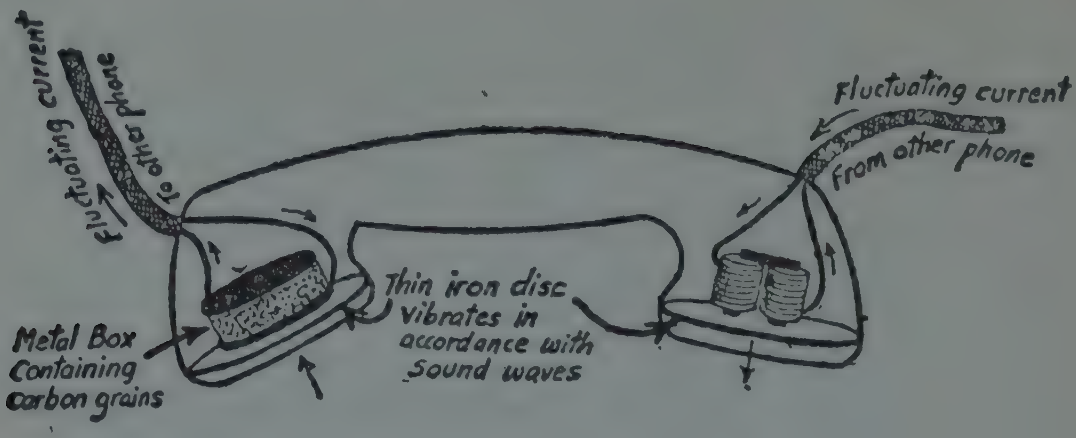
ಚಿತ್ರ 129: ದೂರಭಾಷಿಣಿ.

ಟೆಲಿಫೋನ್ (ದೂರಭಾಷಿಣಿ) ಪ್ರೇಷಕ (ಚಿತ್ರ 129) ಮತ್ತು ಗ್ರಾಹಕ (ಚಿತ್ರ 130)ಗಳು ಟೆಲಿಫೋನ್‌ನ ಮುಖ್ಯ ಭಾಗಗಳು. ಪ್ರೇಷಕದಲ್ಲಿ ಸುಲಭದಲ್ಲಿ ಹೊರ ಒತ್ತಡದಿಂದ ಕುಗ್ಗುವ, ಹಾಗೆಯೇ ಒತ್ತಡವನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಿದಾಗ ಹಿಗ್ಗುವ, ಒಂದು ಲೋಹದ ಪೆಟ್ಟಿಗೆ ಇದ್ದು ಇದರೊಳಗೆ ಅತಿ ಚಿಕ್ಕ ಪರಿಮಾಣದ ಇಂಗಾಲದ ತುಣುಕುಗಳನ್ನು ಶೇಖರಿಸಿಡಲಾಗಿದೆ. ಇಂಥ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯ ಒಂದು ಮಗ್ಗುಲಲ್ಲಿ ಮಾತನಾಡುವಾಗ ತರಂಗಗಳು ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯ ಬದಿಯನ್ನು ಅಲುಗಿಸುತ್ತವೆ, ಈ ಅಲುಗುವಿಕೆಯಿಂದಲೋ ಇಂಗಾಲದ ತುಣುಕುಗಳೊಡ್ಡುವ ವಿದ್ಯುನ್ನಿರೋಧವು ಹೆಚ್ಚು, ಕಮ್ಮಿಯಾಗುವ ಕಾರಣ, ಇದರ ಮೂಲಕ ಹರಿಯುವ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವೂ ಏರುಪೇರುಗಳನ್ನು ತೋರುತ್ತದೆ. ಈ ಏರುಪೇರುಗಳು ಅತ್ಯಲ್ಪ ಪರಿಮಾಣದವುಗಳಿದ್ದು ಇವುಗಳನ್ನು ತಕ್ಕ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರೇರಕ ಸುರುಳಿಯ ಸಹಾಯದಿಂದ ವಿವರ್ಧಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ (ಈ ಸುರುಳಿಯು ಟೆಲಿಫೋನ್‌ನ ಗಂಟೆ ಇರುವ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯಲ್ಲಿದೆ ಎಂದು ಬೇರೆ ಹೇಳುವ ಅವಶ್ಯವಿಲ್ಲ). ಹೀಗೆ ವಿವರ್ಧಿಸಲ್ಪಟ್ಟ, ಹಾಗೂ ಏರುಪೇರುಗಳುಳ್ಳ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು, ಪ್ರೇಷಕದಿಂದ ದೂರದ ಗ್ರಾಹಕಕ್ಕೆ ಹರಿಯುವುದು.

ಹೀಗೆ ಟೆಲಿಫೋನಿನ ಪ್ರೇಷಕದ ತತ್ವವು ರೇಡಿಯೋ ಮೈಕ್ರೊಫೋನಿನ ತತ್ವದಂತೆಯೇ ಇದೆ.

"ಶಬ್ದದಿಂದ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಅಲೆಗಳು ಚಿಕ್ಕ ತೆಳ್ಳನಾದ ಲೋಹದ ಪಟಲವನ್ನು ಅಲುಗಿಸುತ್ತ ಒಳಭಾಗದಲ್ಲಿನ ಇಂಗಾಲದ ತುಣುಕುಗಳ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಹೆಚ್ಚುಕಡಿಮೆ ಮಾಡುವುವು. ಇದ

ರಿಂದಲೋ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವೂ ವ್ಯತ್ಯಸ್ತವಾಗುತ್ತಲೇ ಹೋಗುವುದು. ಇಂಥ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ತಕ್ಕ ಚಾಲಕಗಳ ಮೂಲಕ ಗ್ರಾಹಕಕ್ಕೋ, ಇಲ್ಲವೆ ಘೋಷವರ್ಧಿನಿಗೋ ಕಳುಹಲಾಗುವುದು."



ಚಿತ್ರ 130: ದೂರಭಾಷಿಣಿ.

ಟೆಲಿಫೋನಿನ ಗ್ರಾಹಕದಲ್ಲಿ ಶಾಶ್ವತವಾದ ಕಾಂತವೊಂದಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಅಂಟಿಕೊಂಡೇ ಎಂಬಂತೆ,ವಿದ್ಯುತ್ ಕಾಂತವೊಂದಿದ್ದು ಇದರ ಮೂಲಕವೇ ಏರಿಳಿತಗಳುಳ್ಳ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಹರಿಯುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಲೇ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತವು ಪ್ರಬಲವಾಗುವುದು, ಇಲ್ಲವೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ದುರ್ಬಲವಾಗುವುದು. ಈ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತದ ಹತ್ತಿರದಲ್ಲೇ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತದ ಪ್ರವಾಹದ ಏರಿಳಿತಗಳಿಂದಾಗಿ ಆಕರ್ಷಣೆ, ನಿರಸನಗಳನ್ನು ತೋರುತ್ತ ನಡುಗುವ ಚಿಕ್ಕ ಲೋಹದ (ಕಬ್ಬಿಣದ) ತಗಡಿದೆ. ಇದು ಅದುರುತ್ತಲೇ ಶಬ್ದಗಳನ್ನು ಮಾರ್ನುಡಿಸುವುದು, ಅಂದರೆ, ದೂರದಲ್ಲಿ ಮಾತನಾಡುವವನ ಮಾತುಗಳನ್ನು ಮಾರ್ನುಡಿಸುವುದು.

ಟೆಲಿಫೋನಿನ ಪ್ರೇಷಕವೋ ಮೈಕ್ರೋಫೋನಿನ ತತ್ವವನ್ನು ಹೋಲುವಂತೆಯೇ ಟೆಲಿಫೋನಿನ ಗ್ರಾಹಕದ ತತ್ವವೂ ರೇಡಿಯೋದ ಘೋಷಿಣಿಯನ್ನೇ ಹೋಲುವುದು, ಅಂದರೆ, ಏರಿಳಿತಗಳುಳ್ಳ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತವನ್ನು ಹೊಗುತ್ತ ಅದರಲ್ಲಿನ ಆಕರ್ಷಣೆಯ ಬಲವನ್ನು ಹೆಚ್ಚುಕಡಿಮೆ ಮಾಡುವುದು. ಇದರ ಫಲವಾಗಿ, ಇದರ ಹತ್ತಿರವುಳ್ಳ ಚಿಕ್ಕ ಕಬ್ಬಿಣದ ಪಟಲವು ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಏರಿಳಿತಗಳಿಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿಯೇ ಅದುರುವುದು; ಇಂಥ ಅದುರುವಿಕೆಗಳ ಫಲವಾಗಿ ಶಬ್ದಗಳನ್ನುತ್ಪಾದಿಸುವುದು.

ಇದರಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಿದಷ್ಟು ಸುಲಭವಾದ ರಚನೆಯು ಟೆಲಿಫೋನಿನದಲ್ಲ. ಇಲ್ಲಿ ಟೆಲಿಫೋನಿನ ರಚನೆಯ ಮೂಲ ತತ್ವಗಳನ್ನೂ, ರೂಪರೇಷೆಗಳನ್ನೂ ಮಾತ್ರ ವಿವರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಒಂದರೊಡನೆ ಮತ್ತೊಂದರ ಸಂಪರ್ಕ ಒದಗಿಸುವ ಟೆಲಿಫೋನ್ ಆಫೀಸಿನಲ್ಲಿನ ಬಲ್ಬುಗಳು, ಸ್ವಿಚ್‌ಗಳು, ವಿವಿಧ ಚಾಲಕಗಳು ಇವನ್ನೆಲ್ಲ ನೀವು ನೋಡಿದರೆ ಇದೇನು ಅದ್ಭುತವೆನ್ನುವಂತಿರುತ್ತದೆ. ಒಂದೇ ಪಟ್ಟಣದೊಳಗಿನ ಕರೆಯ ಜೋಡಣೆಗಳೇ ಬೇರೆ, ದೂರದ ಪಟ್ಟಣದ ಸಂಪರ್ಕವಿಧಾನಗಳೇ ಬೇರೆ. ಇಂಥವನ್ನೆಲ್ಲ ಪ್ರಧಾನ ಕಚೇರಿಯಲ್ಲಿ ಗಮನಿಸಿ,ತಕ್ಕ ಏರ್ಪಾಡುಗಳನ್ನು ಕ್ಷಣದಲ್ಲೇ ಒದಗಿಸುವ ಹಂಚಿಕೆಗಳು ಅತ್ಯಂತ ವಿಸ್ಮಯಕಾರಕವೇ ಆಗಿವೆ.

ರೇಡಿಯೋ ಇಪ್ಪತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ವಿವಿಧ ಶೋಧಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ರೇಡಿಯೋ ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರಧಾನವೂ, ವಿಸ್ಮಯಕಾರಕವೂ ಆಗಿದೆ. ವಾಶಿಂಗ್ಟನ್ ಪಟ್ಟಣದಿಂದ ಬಿತ್ತರಿಸಲ್ಪಡುವ ರೇಡಿಯೋ ಸಂಗೀತವನ್ನೋ ಭಾಷಣವನ್ನೋ, ಅರ್ಧಗೋಲದಷ್ಟು ದೂರದ ಆಸ್ಟ್ರೇಲಿಯಾ ಪಟ್ಟಣದಲ್ಲಿ ಅದೇ ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ಎಂಬಂತೆ, ನೀವು ಕೇಳಬಲ್ಲಿರೆಂದರೆ, ಇದಕ್ಕಿಂತ ಆಶ್ಚರ್ಯವೇನಿದೆ? ಆದರೆ, ಇಂದು ರೇಡಿಯೋ ನಮ್ಮ ನೆಲದ ಮೇಲಣ ವಿವಿಧ ವಾಹನಗಳಷ್ಟೇ ಪರಿಚಿತವಾಗಿದೆ.

ರೇಡಿಯೋವಿನ ಮೂಲತತ್ವವೇನೋ ಅತ್ಯಂತ ಸರಳವಿದೆ. ಆದರೆ, ಇದರ ಪೂರ್ತಿ ರಚನೆ ಹಾಗೂ ವಿವಿಧ ಘಟಕಗಳ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆ ಇವೆಲ್ಲವೂ ವಿಚಿತ್ರವೇ ಆಗಿವೆ. ಕೆಲವು ವಿಚಾರಗಳಂತೂ ಅತಿ ಕ್ಲಿಷ್ಟವೂ, ಅತಿ ನೂತನವೂ ಆಗಿವೆ.

ಟೆಲಿಫೋನಿನ ವಿಚಾರ ಬರೆಯುವಾಗಲೋ ನಾವು ಶಬ್ದವನ್ನು ಹೇಗೆ ದೂರಕ್ಕೆ ವಹಿಸಬಲ್ಲೆವು ಎಂಬುದನ್ನು ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿರುವೆವಷ್ಟೆ. ಶಬ್ದದ ತರಂಗಗಳು ತೆಳ್ಳನಾದ ಲೋಹದ ವಪೆ(ಪಟಲ) ಯೊಂದನ್ನು ತಮತಮಗನುಗುಣವಾಗಿಯೇ ಅಲುಗಿಸುತ್ತವೆ. ಇಂಥ ಅದುರುವಿಕೆಗಳು ಒಂದು ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕದಲ್ಲಿ ಪ್ರವಾಹದ ಏರಿಳಿತಗಳನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ. ಇವೇ ಏರಿಳಿತಗಳನ್ನು ಇನ್ನೊಂದು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತದ ಮೂಲಕ ಹರಿಯಿಸಿ, ಅದರ ಕಾಂತ ತೀವ್ರತೆಯು ಬದಲಾಗುತ್ತಿರುವ ಸನ್ನಿವೇಶದಲ್ಲಿ, ಅದರ ಇದಿರಿಗೆ ತಗಲಿಸಿರುವ ಹಾಗೂ ಸ್ಪಂದನಕ್ಕವಕಾಶವುಳ್ಳ ಮತ್ತೊಂದು ಲೋಹಪಟಲವನ್ನು ಹಿಂದಿನಂತೆಯೇ ಸ್ಪಂದಿಸಲೂ ಅವಕಾಶವಿತ್ತರೆ, ಹಿಂದಿನ ಶಬ್ದವೇ ಪುನಃ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇದಿಷ್ಟು ಟೆಲಿಫೋನಿನಲ್ಲಿ ಅಡಗಿರುವ ತತ್ವ.

ರೇಡಿಯೋವಿನಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಇಂಥದೇ ತತ್ವವನ್ನು ಬಳಸಲಾಗಿದೆ. ರೇಡಿಯೋವಿನ ಮೈಕ್ರೋಫೋನ್ ಆದರೋ ಟೆಲಿಫೋನಿನ ಪ್ರೇಷಕದಂತಿದ್ದು ನಮ್ಮ ರೇಡಿಯೋ ಸೆಟ್ಟುಗಳ ಘೋಷಿಣಿಯು ಟೆಲಿಫೋನಿನ ಗ್ರಾಹಕವನ್ನೇ ಹೋಲುತ್ತದೆ. ಹಾಗಾದರೆ ಇವುಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸವೇನು? ಟೆಲಿಫೋನಿನ ಕಾರ್ಯವಹನೆಗೆ ಒಂದೆಡೆಯಿಂದ ಇನ್ನೊಂದೆಡೆಗೆ ಟೆಲಿಫೋನ್ ತಂತಿಗಳ ಅವಶ್ಯವಿದೆ. ಇಲ್ಲಿ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳ ವಿಸ್ತಾರಕ್ಕೆ, ಅವುಗಳ ವಹನೆಗೆ, ಇಂಥ ತಂತಿಗಳ ಅವಶ್ಯವಿಲ್ಲ. ಇನ್ನೊಂದು ವಿಧದಲ್ಲಿಯೂ, ಸ್ಪಷ್ಟ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಟೆಲಿಫೋನ್‌ನಲ್ಲಿ ನೀವು ಇನ್ನೊಬ್ಬನ ಹತ್ತಿರ ಮಾತನಾಡುತ್ತಿರುವಂತೆಯೇ, ಅವನೂ ನಿಮ್ಮೊಡನೆ ಸಂಭಾಷಿಸುತ್ತಿರಬಹುದು. ನಿಮ್ಮ ರೇಡಿಯೋವಿನಲ್ಲಾದರೋ, ನೀವು ಎಲ್ಲಿಂದಲೋ ಬಿತ್ತರಿಸಲ್ಪಡುವ ಶಬ್ದಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಕೇಳುತ್ತೀರಿ, ನಿಮ್ಮ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯು, ಇಲ್ಲವೆ ಭಾಷಣವೋ ಇದರಿಂದ ಶಬ್ದ ಬರುವಲ್ಲಿಗೆ ಹೋಗಲಾರದು.

ಟೆಲಿಫೋನ್ ತಂತಿಯು ಕೆಟ್ಟುಹೋದರೆ ನಿಮ್ಮ ಟೆಲಿಫೋನ್ ಕೆಲಸ ಮಾಡಲಾರದು, ಅದು ನಿಷ್ಕ್ರಿಯವಾಗಿ ಬಿಡುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳು ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಲೂ ಭೂಮಿಯಿಂದ ಸುಮಾರು 200 ಮೈಲು ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ಹಬ್ಬಿರುವ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ – ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ – ವಿಸ್ತರಿಸುತ್ತಲೇ ಮುಂಬರಿಯುತಕ್ಕವುಗಳು. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ರೇಡಿಯೋ ಗ್ರಾಹಕವು ಒಂದು ವಿಶಿಷ್ಟ ಮಾನದ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಗ್ರಹಿಸುವಂತೆ ಇಟ್ಟಾಗ, ಅದು ಬಟ್ಟಬಯಲಲ್ಲಿರಲಿ, ಮುಚ್ಚಿದ ಕೋಣೆ ಇಲ್ಲವೆ, ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯೊಳಗೇ ಇರಲಿ, ಇಲ್ಲವೆ ವೇಗವಾಗಿ ಗಂಟೆಗೆ 200–300 ಮೈಲು ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುತ್ತಲಿರುವ ವಿಮಾನದಲ್ಲೇ ಇರಲಿ, ಅದು ತನ್ನ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಲೇ ಇರುವುದು.

ಹಿಂದಿನ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ, ವಿದ್ಯುತ್ತು ತಾನು ಕಾಂತತ್ವವನ್ನು ಪ್ರೇರಿಸುತ್ತದೆಂಬುದನ್ನು ವಿವರವಾಗಿ ಪರಿಶೀಲಿಸಿರುವರಷ್ಟೆ. ಹಾಗೆಯೇ ಕಾಂತತ್ವ ಮತ್ತು ಚಲನೆ ಇವೆರಡೂ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನುಂಟುಮಾಡಬಲ್ಲುವು ಎಂಬುದೇ ವಿದ್ಯುದುತ್ಪಾದಕದ ಮೂಲ ತತ್ವ. ಹೀಗೆ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಮತ್ತು ಕಾಂತತ್ವಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಸಂಬಂಧವುಳ್ಳವುಗಳಾಗಿದ್ದು, ಲೀಡನ್ ಜಾಡಿಯು ವಿದ್ಯುತ್ಕಿಡಿಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುವ ವೇಳೆ ಸುತ್ತಲೂ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳು ಹಬ್ಬುವುವು ಎಂಬುದನ್ನು 1873ರಲ್ಲಿ ಕ್ಲಾರ್ಕ್ ಮ್ಯಾಕ್ಸ್‌ವೆಲ್ (Clerk Maxwell) ತಾತ್ವಿಕವಾಗಿ ಅನುಮಾನಿಸಿದನು.

ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳು ತಮ್ಮ ಉಗಮಸ್ಥಾನದ ಸುತ್ತಲೂ ಗೋಲೀಯ ತರಂಗಮುಖ (Spherical wavefront)ವನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತ, ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಹಬ್ಬುವುವು. ಮಳೆಗಾಳಿ ವೇಗವಾಗಿ ಬೀಸುತ್ತಲಿರುವಾಗ, ಸುತ್ತಲಿನ ಅನೇಕ ಚದರಮೈಲು ವಿಸ್ತಾರದಲ್ಲಿ ಮಿಂಚು, ಗುಡುಗು ಮತ್ತೆ

ಮಳೆ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವಂತೆ, ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತತರಂಗಗಳು ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗುವ ಸ್ಥಳದ ಸುತ್ತಲೂ ಅನೇಕ ಚದರ ಮೈಲುಗಳ ವಿಸ್ತಾರಕ್ಕೆ ಇಂಥ ತರಂಗಗಳು ಹಬ್ಬುವುವು; ದೂರ ಚಲಿಸಿದಂತೆ, ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿಯೇ ಇವುಗಳ ತೀವ್ರತೆ ಕಮ್ಮಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಸಾಕಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ನಿಮ್ಮ ರೇಡಿಯೋ ಗ್ರಾಹಕವನ್ನು ಅವು ಸೇರುವಷ್ಟರಲ್ಲಿ ಅವು ಬಹಳ ಕ್ಷೀಣವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ನೇರಾಗಿ ನಾವು ಇವನ್ನು ಗ್ರಹಿಸುವಂತಿಲ್ಲ, ಅಂದರೆ, ಇವುಗಳ ಗ್ರಹಣಮಾತ್ರದಿಂದಲೇ ನಮ್ಮ ಗ್ರಾಹಕದ ಧ್ವನಿವರ್ಧಕವನ್ನು ಚಕಿತಗೊಳಿಸಿ ಮೂಲ ಶಬ್ದದ ಪುನರುತ್ಪತ್ತಿಯನ್ನು ಸಾಧಿಸಲಾರೆವು. ಅಥವಾ, ನಮ್ಮ ಗ್ರಾಹಕಗಳಲ್ಲಿ ಇಂಥ ಕ್ಷೀಣ ತರಂಗಗಳನ್ನು ವಿವರ್ಧಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಸಾಧನವು ಅತ್ಯವಶ್ಯವೆನಿಸುತ್ತದೆ. ಅದಕ್ಕಿಂತ ಮುಂಚೆ ನಿಮ್ಮ ಗ್ರಾಹಕದಲ್ಲಿ ಈ ತರಂಗಗಳ ಸಂಸೂಚಕ (Detector)ವೂ ಇರತಕ್ಕುದು.

ಈಗಲೋ ಭೂಮಿಯ ಉದ್ದಗಲಗಳಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ರೇಡಿಯೋ ಪ್ರಸಾರಕ ಕೇಂದ್ರಗಳಿವೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕೇಂದ್ರವೂ ತನತನಗೆ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುವುದಲ್ಲದೆ, ಇವನ್ನೇ ಸುತ್ತಲೂ ಬಿತ್ತರಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಲೂ ಅನೇಕ ತೆರನಾದ ತರಂಗಗಳಿವೆ. ಇವನ್ನು ನಮ್ಮ ಯಾವ ಸ್ಪರ್ಶೇಂದ್ರಿಯದ ಸಹಾಯದಿಂದಲೂ ನಾವು ಗುರುತಿಸಲಾರೆವು. ಆದರೆ, ನಿಮ್ಮ ರೇಡಿಯೋ ಗ್ರಾಹಕದ ಸಂಸೂಚಕವು ಅವನ್ನು ಒಂದೊಂದಾಗಿ, ಒಮ್ಮೆಗೆ ಒಂದರಂತೆ, ಗುರುತಿಸಬಲ್ಲುದು.

ಧನದಿಂದ ಋಣಕ್ಕೆ, ಋಣದಿಂದ ಧನಕ್ಕೆ ಓಲಾಡುವ ವಿದ್ಯುತ್ತೇ ಆವರ್ತವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವೆಂದೆವಷ್ಟೆ. ಇಂಥ ಓಲಾಟಗಳು ಪ್ರತಿ ಸೆಕುಂಡಿಗೂ ಸಹಸ್ರಗಟ್ಟಳೆ ಬಾರಿ ನಡೆದಾಗಲೇ ಲೀಡನ್ ಜಾಡಿಯಂಥ ಸಾಂದ್ರಕವಿರುವ ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತವೆಂಬುದನ್ನೂ ಹಿಂದಿನ ಅಧ್ಯಾಯಗಳಲ್ಲಿ ಪರಿಶೀಲಿಸಿದೆವಷ್ಟೆ. ಸಾಮಾನ್ಯ ಲೀಡನ್ ಜಾಡಿಯ ಮಂಡಲಗಳಲ್ಲಿ ಇಂಥ ಆವರ್ತನೆಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಪ್ರತಿ ಸೆಕುಂಡಿಗೆ ಮಿಲಿಯಗಟ್ಟಳೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ; ಆದರೆ, ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹದಲ್ಲಾದರೋ ಈ ಆವರ್ತನೆಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಪ್ರತಿ ಸೆಕುಂಡಿಗೂ ಹೆಚ್ಚೆಂದರೆ ಸಹಸ್ರಗಟ್ಟಳೆ ಇರಬಹುದು.

ಇದೇನೇ ಇರಲಿ, ಇಂಥ ಆವರ್ತನೆಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ, ವೇಗ = ಆವರ್ತನಸಂಖ್ಯೆ x ತರಂಗಮಾನ ಎಂಬ ಸೂತ್ರವನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಜ್ಞಾಪಿಸಿಕೊಳ್ಳೋಣ. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳ ವೇಗವು ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವೇ, ಅಂದರೆ, ಪ್ರತಿಸೆಕುಂಡಿಗೆ 300,000 ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗಳಷ್ಟು. ಹೀಗೆ ಒಂದು ಕೇಂದ್ರದಿಂದ ಬಿತ್ತರಿಸಲ್ಪಡುವ ತರಂಗಗಳ ಉದ್ದ 300 ಮೀಟರ್ ಎಂದಿದ್ದರೆ, ಅಂಥ ತರಂಗಗಳ ಆವರ್ತನಸಂಖ್ಯೆಯಾದರೋ ಪ್ರತಿ ಸೆಕುಂಡಿಗೆ $\frac{300,000}{300}$ ಸಹಸ್ರ (Kilo)ಗಳು; ಅಂದರೆ, ಪ್ರತಿ ಸೆಕುಂಡಿಗೆ 1,000,000 ಗಳಷ್ಟು. ಹೀಗೆಯೇ 423 ಮೀಟರ್ ಮಾನದ ತರಂಗಗಳ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯು 710 ಸಹಸ್ರಗಳು / ಒಂದು ಸೆಕುಂಡು.

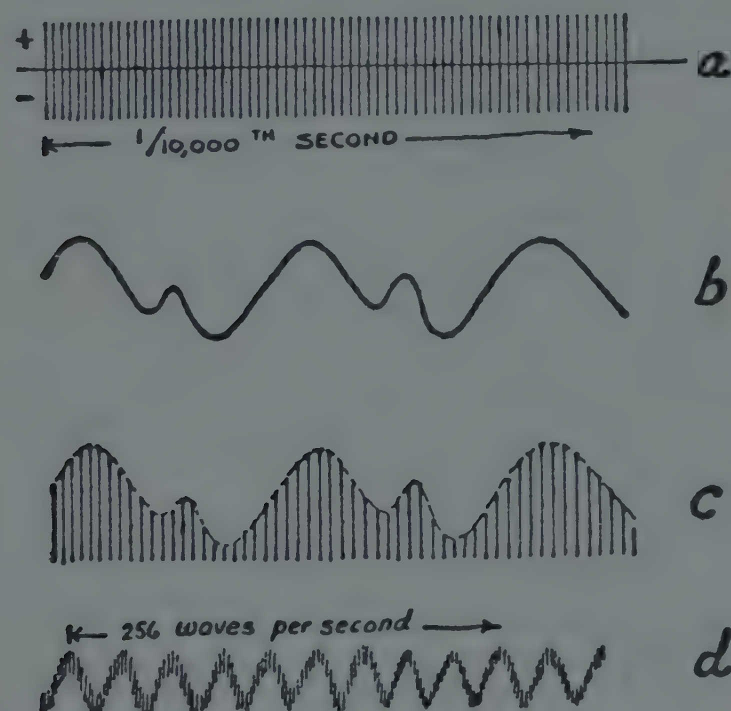
[570 ಸಹಸ್ರ / ಸೆಕುಂಡು] ಮತ್ತು 1600 ಸಹಸ್ರ / ಸೆಕುಂಡುಗಳ ಮಿತಿಗಳೊಳಗೆ ರೇಡಿಯೋ ಕೇಂದ್ರಗಳು ತರಂಗಗಳನ್ನು ಬಿತ್ತರಿಸುತ್ತವೆ, ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕೇಂದ್ರವೂ ವಿಶಿಷ್ಟ ಉದ್ದದ ತರಂಗಗಳನ್ನೇ ಬಿತ್ತರಿಸುತ್ತದೆ. ತರಂಗಗಳನ್ನು ನಾವು ಗ್ರಹಿಸಬೇಕಾದರೆ ನಮ್ಮ ಗ್ರಾಹಕಗಳನ್ನು ಆಯಾಯ ತರಂಗಗಳಿಗೆ ಅನುವಾಗಿ ಸಮಸ್ವರಗೊಳಿಸಬೇಕು (Tune); ಅಂದರೆ, ವಿಶಿಷ್ಟ ಉದ್ದದ ತರಂಗಗಳನ್ನೇ ಸಂಸೂಚಿಸಿಕೊಳ್ಳುವಂತೆ, ಅಣಿಮಾಡಬೇಕು.

ಮೊತ್ತಮೊದಲು, ಹಾಡುಗಾರ ಇಲ್ಲವೆ ಭಾಷಣಕಾರ ಶಬ್ದಗಳನ್ನು ಧ್ವನಿವರ್ಧಕದ ಮುಂದೆ ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತಾನೆ. ಧ್ವನಿವರ್ಧಕದಲ್ಲಿನ ಪಟಲವು ಶಬ್ದಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ ಅಲುಗುತ್ತ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಏರಿಳಿತಗಳನ್ನು ತಂತಿಗಳ ಮೂಲಕ 20–30 ಮೈಲು ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ತರಂಗವಿಸ್ತಾರ ಕೇಂದ್ರಕ್ಕೆ

(Broadcasting) ಕಳುಹಲಾಗುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲಿರುವ ಟೆಲಿಫೋನ್ ಗ್ರಾಹಕದಂಥ ಗ್ರಾಹಕವು ಈ ಶಬ್ದಗಳನ್ನು ಮರುನುಡಿಸುತ್ತದೆ.

ತರಂಗಗಳನ್ನು ವಿಸ್ತರಿಸುವ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಾದರೋ ಸ್ಟುಡಿಯೋದಿಂದ ಬಂದ ವಾರ್ತೆ, ಭಾಷಣ ಇಲ್ಲವೆ ಸಂಗೀತಸ್ವನಗಳನ್ನು ಮರುನುಡಿಸಿಕೊಂಡು, ಈ ಸ್ವನಗಳ ಆಂದೋಲನ ವಿಸ್ತಾರವನ್ನು ತಕ್ಕ ನಿರ್ವಾತ ನಳಿಗೆಗಳ ಮೂಲಕ ವಿವರ್ಧಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ (ವಿವರ ಮುಂದಕ್ಕೆ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ). ಇಂಥ ವಿವರ್ಧಿತ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಅಧಿಕಾವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯ ಹಾಗೂ ಶಕ್ತಿಯುತವಾದ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತತರಂಗ ಗಳಿಗೆ ಅನುಗೊಳಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ತರಂಗಗಳನ್ನೋ ಸುದೃಢವಾದ ಮತ್ತು ಬೃಹತ್ಪರಿಮಾಣದ ಆವರ್ತ ವಿದ್ಯುದುತ್ಪಾದಕಗಳಿಂದಲೇ ಸೃಷ್ಟಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ತರಂಗಗಳೇ ಮೊಡ್ಯುಲೇಟೆಡ್ (ಪರಿವರ್ತಿತ) ತರಂಗಗಳು.

ಈ ಮೋಡ್ಯುಲೇಟರ್ ತರಂಗವಾದರೋ ತಾನೂ ಆವರ್ತಶೀಲ ತರಂಗವೇ. ಇದರ ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಒಂದೊಂದು ಸ್ಟೇಶನಿಗೆ ಒಂದೊಂದು ತರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಎತ್ತರವಾದ ಕೊತ್ತಳದಿಂದ ಸುತ್ತಲೂ ಹಬ್ಬುವ ಈ ತರಂಗಗಳಾದರೋ ತಾವು ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿವೆ. ಚಿತ್ರ 131 ರಲ್ಲಿ ಇಂಥ ತರಂಗ



ಚಿತ್ರ 131: ತರಂಗಗಳ ಪರಿವರ್ತನೆ

ಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಶಬ್ದದ ತರಂಗಗಳಿರಲಿ, ಇಲ್ಲದಿರಲಿ, ಇದು ತನ್ನಂತೆಯೇ ಹಬ್ಬುವ ತರಂಗ.

ಶಬ್ದದ ತರಂಗವಾದರೋ ಇದರ ಮೇಲೆ ಆಚ್ಛಾದಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ ಎಂದೆವಲ್ಲವೆ? ಶಬ್ದದ ತರಂಗ ವನ್ನಂತೂ ಆವಶ್ಯ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ವಿವರ್ಧಿಸಿಯೇ ಮೊಡ್ಯುಲೇಟೆಡ್ ತರಂಗಗಳೊಡನೆ ಹೊಂದಿಸ ಲಾಗಿದೆ. ಇವೆರಡೂ ಆಚ್ಛಾದನೆ ಹೊಂದಿದುದರ ಫಲವಾಗಿ ತರಂಗವು ತುಸು ರೂಪಾಂತರ ಹೊಂದು ತ್ತದೆ; ಹೊಂದುತ್ತ 131 (c)ಯಲ್ಲಿನ ಆಕಾರವನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತದೆ. ಶಬ್ದದ ತರಂಗವಾಗಲೀ ಇಲ್ಲವೆ, ಆವರ್ತ ವಿದ್ಯುತ್ತರಂಗಗಳ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯಾಗಲೀ ಈ ವಾಹಕ ತರಂಗದ (Carrier wave, Modulated wave) ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ಮಾತ್ರ ಹೆಚ್ಚುಕಡಿಮೆ ಮಾಡಬಲ್ಲುವು; ಕಾರಣ, ಶಬ್ದದ ತರಂಗಗಳ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯು ವಿದ್ಯುತ್ತರಂಗಗಳ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯೊಡನೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ಅತ್ಯಲ್ಪವೇ.

ಅಂದರೇನು? ಶಬ್ದದ ತರಂಗಗಳು 256 / ಸೆಕುಂಡು, ಆವರ್ತನ ಸಂಖ್ಯೆಯವುಗಳು ಎನ್ನಿರಿ, ಆಗಲೋ ಪ್ರತಿ ಸೆಕುಂಡಿಗೂ ವಾಹಕತರಂಗದಲ್ಲಿ 256 ಏರುಪೇರುಗಳು, ಉಬ್ಬು, ಬಾನೆಗಳಿರತಕ್ಕುದು. ಅದರೆ ಪ್ರತಿ ಉಬ್ಬು, ಬಾನೆಗಳಲ್ಲೂ ಅಲ್ಲಲ್ಲೇ ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಚಿಕ್ಕ ಪರಿಮಾಣದ ಏರುತಗ್ಗುಗಳಂತಿದ್ದು ಪ್ರತಿ ಉಬ್ಬಿನಲ್ಲೂ, ಪ್ರತಿ ತಗ್ಗಿನಲ್ಲೂ ಅಸಂಖ್ಯ ಏರುತಗ್ಗುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಅಥವಾ, ಸ್ಟೇಶನಿನ ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆಯ ತರಂಗಗಳನ್ನೇ ಈ ಪ್ರಬಲ ಶಬ್ದದ ತರಂಗಗಳ ಮೇಲೆ ಹೊದಿಸಿದಂತೆಯೂ ಭಾಸವಾಗುವುದಿದೆ. ಇದನ್ನೇ ಚಿತ್ರ (d)ಯಲ್ಲಿ ತೋರಲಾಗಿದೆ.

ಇಂಥ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತತರಂಗಗಳು ಸ್ಟೇಶನಿನ ಸುತ್ತಲೂ ಎಲ್ಲಾ ದಿಕ್ಕುಗಳಿಗೂ ವಿಸ್ತರಿಸುತ್ತವೆ.

ಏಕಕಾಲದಲ್ಲೇ ಹಲವು ಸ್ಟೇಶನುಗಳಿಂದ ಹಲವು ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯ ತರಂಗಗಳು ಹಬ್ಬುತ್ತಲಿರುತ್ತವೆ. ಈ ತರಂಗಗಳಲ್ಲಿನ ವಾಹಕತರಂಗಗಳ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯೂ ಪ್ರತ್ಯೇಕವಿರಬಹುದು, ಶಬ್ದ ತರಂಗಗಳ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯೂ ಪ್ರತ್ಯೇಕವಿರಬಹುದು. ಅಂತೂ, ಇಂಥ ಅನೇಕ ರೀತಿಯ ತರಂಗಗಳು ಏಕಕಾಲದಲ್ಲೇ ಬಂದು ನಮ್ಮ ರೇಡಿಯೋ ಗ್ರಾಹಕದ ಏಂಟೆನ್ನಾದ ಮೇಲೆ ಎರಗುತ್ತವೆ.

ಹಿಂದೆ ಲೀಡನ್ ಜಾಡಿಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ಮಾತನಾಡುವಾಗ ಎರಡು ಲೀಡನ್ ಜಾಡಿಗಳ ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲಗಳ ಪರಸ್ಪರ ಅನುನಾದವನ್ನು ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿದೆವಷ್ಟೆ. ಎರಡರ ಪ್ರೇರಕತ್ವ (Inductance) ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುದ್ಧಾರಣಸಾಮರ್ಥ್ಯಗಳು ಸಮಾನವಿದ್ದಾಗ ಮಾತ್ರ, ಎರಡು ಮಂಡಲಗಳು ಅನುನಾದವನ್ನು ತೋರುತ್ತವೆ. ಒಂದು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಬಿತ್ತರಿಸಿದರೆ, ಮತ್ತೊಂದು ಅದನ್ನು ಗ್ರಹಿಸುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ, ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ, ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಬಿತ್ತರಿಸುವ ಸುರುಳಿಯಿಂದ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ತರಂಗಗಳಿಗೆ ಅವುಗಳ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಏಂಟೆನ್ನಾದ ಮಂಡಲದಲ್ಲಿನ ಪ್ರೇರಕತ್ವ ಮತ್ತು ಸಾಂದ್ರಕಗಳಿದ್ದರೇನೇ ನಿಶ್ಚಿತ ಗಾತ್ರದ, ಹಾಗೂ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯ ತರಂಗಗಳನ್ನು ನಮ್ಮ ರೇಡಿಯೋ ಗ್ರಾಹಕವು ಸ್ವೀಕರಿಸಬಲ್ಲುದು; ಇಲ್ಲವಾದರೆ, ಇಲ್ಲ.

ಇಷ್ಟು ಮಾತ್ರವೇ ಅಲ್ಲ, ಹೊರಗಿನಿಂದ ಆಕರ್ಷಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ತರಂಗಗಳು ಕ್ಷೀಣಶಕ್ತಿಯವುಗಳಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಇಂಥವುಗಳನ್ನು ಹಿಂದೆ ಹೇಳಿದಂತೆ, ತಕ್ಕ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರೇರಕ ಸುರುಳಿಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಶಕ್ತಿ ಹೆಚ್ಚಿಸುವುದೂ ಅವಶ್ಯ.

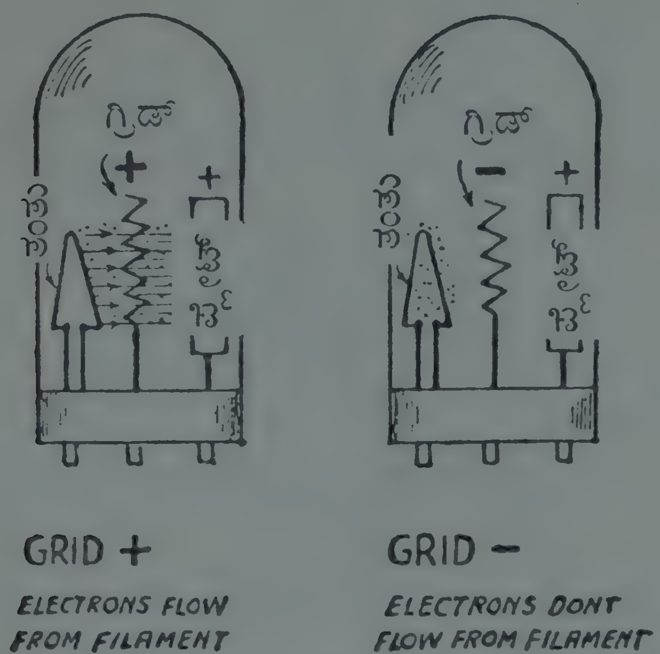
ನಮ್ಮ ಗ್ರಾಹಕದ ಏಂಟೆನ್ನಾದ ಮಂಡಲದ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ನಿಶ್ಚಿತ ಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಅನುನಾದಗೊಳಿಸಿದಾಗಲೇ, ಆ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯ ತರಂಗಗಳು ಮಾತ್ರ ಗ್ರಹಿಸಲ್ಪಡುವುವು, ಇತರ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯ ತರಂಗಗಳು ಗ್ರಹಿಸಲ್ಪಡುವುದಿಲ್ಲ.

ಹೀಗೆ ಗ್ರಹಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ತರಂಗಗಳನ್ನು ವೈದ್ಯುತಸ್ವರೂಪದಿಂದ ಪುನಃ ಶಬ್ದದ ತರಂಗಗಳನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಬೇಕು. ಇವು ಕ್ಷೀಣವಾಗಿವೆ; ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಇವುಗಳ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯೋ ಮನುಷ್ಯನ ಸಾಮಾನ್ಯ ಶ್ರವಣದ ಮಿತಿಯನ್ನೂ ದಾಟಿದುದು; ಕಾರಣ, ಸೆಕುಂಡು ಒಂದರ 10,000 ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆಗೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಆವರ್ತನೆಗಳ ತರಂಗಗಳು ನಮ್ಮ ಕಿವಿಗೆ ಗೋಚರಿಸಲಾರವು. ಇವನ್ನು ಹೇಗೆ ನಮಗೆ ತಕ್ಕಂತೆ ಪರಿವರ್ತಿಸೋಣ? ಈ ಬಗ್ಗೆ ರೇಡಿಯೋ ನಿರ್ವಾತ ನಳಿಗೆಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಸದ್ಯದಲ್ಲೇ ಇಂಥ ರೇಡಿಯೋ ನಳಿಗೆಗಳನ್ನೂ ಹಿಂದಕ್ಕಟ್ಟುತ್ತ, ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರುಗಳು ಪ್ರಚಾರಕ್ಕೆ ಬರುವಂತಿದೆ. ಆದರೂ ರೇಡಿಯೋ ನಳಿಗೆಗಳು ಹೇಗೆ ಕಾರ್ಯವನ್ನೆಸಗುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸುವುದೂ ಅಗತ್ಯವಿದೆ.

ವಿದ್ಯುತ್ತಿನಿಂದ ಬಿಸಿಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟ ಲೋಹದ ತಂತುವಿನಿಂದ ಅದರ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ದೂರವಿರುವ (ಗ್ರಹಸದೃಶವಾದ) ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ವಿಸರ್ಜನೆ ಹೊಂದುತ್ತವೆ. ಇಂಥ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಾದರೋ ಬಿಸಿಯೇರಿದ ತಂತುವಿನಿಂದ ಉಗಮಿಸಿ, ಬಿಸಿಯೇರಿದ ಅನಿಲಗಳಲ್ಲಿನ ವಿವಿಧ ಅಣುಗಳಂತೆ ಸ್ವಚ್ಛಂದವಾಗಿ

ಸಿಕ್ಕಿದತ್ತ ಸಾಗುವುವು. ಈ ಬಗ್ಗೆ ಅವಶ್ಯವಾಗಿಯೂ ಬುರುಡೆಯಲ್ಲಿ ಗಾಳಿಯಾಗಲೀ, ಇನ್ನಾವ ಅನಿಲವಾಗಲೀ ಇರಬಾರದು; ಅದು ನಿರ್ವಾತ ಬರುಡೆಯಾಗಿರಬೇಕು, ಇಲ್ಲವೆ ನಳಿಗೆಯಾಗಿರಬೇಕು.

ಚಿತ್ರ 132 ರಲ್ಲಿ ನಿರ್ವಾತನಳಿಗೆಯನ್ನು ತೋರಿಸಿದೆ. ವಿದ್ಯುತ್ ಬಲ್ಬಿನಂತೆ ಇದರಲ್ಲೂ ಗಾಜಿನ ಬುರುಡೆಯಿದೆ. ತಂತುವಿನ ಮೂಲಕ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಹಾಯಿಸಿ, ಆದರಿಂದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು

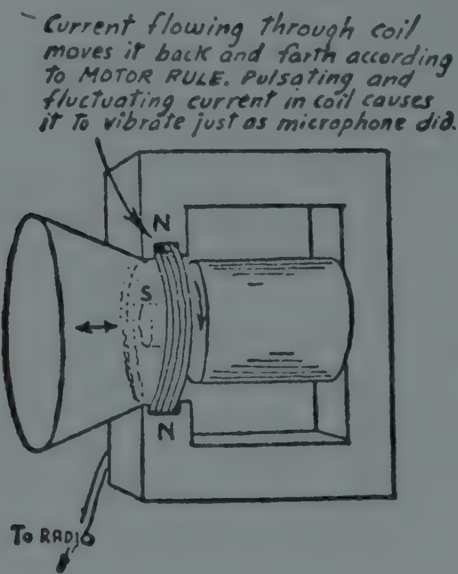


ಚಿತ್ರ 132: ನಿರ್ವಾತ. ಟ್ರಾಯೋಡ್ ನಳಿಗೆ.

ಕಕ್ಕಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ತಂತುವಿನ ತುಸು ದೂರದಲ್ಲಿ ಲೋಹದ ಪ್ಲೇಟ್ (ತೆಳ್ಳನಾದ ತಗಡು) ಒಂದಿದೆ. ತಂತು ಮತ್ತು ಪ್ಲೇಟುಗಳ ಸಡುವೆ ಗ್ರಿಡ್ (Grid)–ಜಾಲಕವಿದೆ. ಪ್ಲೇಟನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶಗಳ ಮಾಲೆಯ ಧನಧ್ರುವಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಆದುದರಿಂದ ತಂತುವಿನಿಂದ ಹೊರಕ್ಕೆ ಹಾರುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಇದರತ್ತ ಧಾವಿಸುವುವು. ತಂತುವಿನಿಂದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಸೃಷ್ಟಿಯಾದಂತೆ ಹಾಗೂ ಪ್ಲೇಟ್ ಧನಾತ್ಮಕ ಚಾರ್ಜನ್ನು ಪಡೆದಿರುವ ವರೆಗೆ, ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಹಾರುತ್ತಲೇ ಇರುವುವು, ನಡುವೆ ಇರುವ ಗ್ರಿಡ್-ಜಾಲರಿಯನ್ನು-ದಾಟಿಯೇ ಮುಂದುವರಿಯುವುವು. ಈ ಗ್ರಿಡ್ಡನ್ನು ಏಂಟನ್ನಾ ಮಂಡಲಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸಿದಾಗಲೋ, ಇದು ತಾನು ಧನಾತ್ಮಕವಾಗಿದ್ದಾಗ ಮಾತ್ರ, ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸೀತೇ ವಿನಾ ಋಣಾತ್ಮಕವಾಗಿದ್ದಾಗ ಸರ್ವಥಾ ಅಲ್ಲ; ಋಣಾತ್ಮಕವಾಗಿದ್ದಾಗ ಇದು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ನಿರಸನಗೊಳಿಸುತ್ತ, ಅವನ್ನು ಹಿಂದಟ್ಟುವ ಕಾರಣ ಪ್ಲೇಟಿನಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಏರಿಳಿತಗಳನ್ನು ತೋರುವುದು. ಅಂಥ ಧನ, ಋಣಗಳೆಂಬ ಗ್ರಿಡ್ಡಿನ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಬದಲಾವಣೆಗಳೋ ಪ್ರತಿ ಸೆಕುಂಡಿಗೂ ಮಿಲಿಯಗಟ್ಟಳೆ ಬಾರಿ ನಡೆಯುವ ಕಾರಣ, ತನ್ನ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನೇನೂ ಕಡಿಮೆಮಾಡಿಕೊಳ್ಳದೆಯೇ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಮಾತ್ರ ಪ್ರತಿ ಆವರ್ತನದ ಅರ್ಧಭಾಗದ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚುವುದು. ಹೀಗೆಯೇ ಒಂದರ ನಂತರ ಒಂದರಂತೆ, ಕೆಲವು ನಿರ್ವಾತನಳಿಗೆಗಳನ್ನು ಸಾಲಾಗಿ ಜೋಡಿಸಿದಾಗ, ಪ್ರವಾಹದ ವಿವರ್ಧನೆಯೋ ಮತ್ತೂ ಸ್ಪಷ್ಟವೆನಿಸುವುದು.

ಹಿಂದೆ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿದ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಬಿತ್ತರಿಸಿದ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಸೆಕುಂಡಿಗೆ 256ರ ಆವರ್ತನಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ ಶಬ್ದವನ್ನು ನಾವು ಕಳುಹಿದೆವೆಂದೆವಷ್ಟೆ. ಇವು ಗ್ರಿಡ್ಡನ್ನು ಚಕಿತಗೊಳಿಸುವುದರ ಫಲವಾಗಿ ಪ್ಲೇಟಿನ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದಲ್ಲಿ ಸೆಕುಂಡಿಗೆ 256 ಬಾರಿ ಏರಿಳಿತಗಳನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ.

ಇನ್ನು ಇದರೊಡನೆ ಇದ್ದ ವಾಹಕತರಂಗವನ್ನೋ ತಪ್ಪಿಸಿ – ತಕ್ಕ ಸಂಸೂಚಕದ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿ, ಶ್ರವಣತರಂಗಗಳಿಂದ ತಪ್ಪಿಸಿದರೆ, ಆಗ ಸೆಕುಂಡು ಒಂದರ 256 ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯ ಏರಿಳಿತಗಳು ಮಾತ್ರ ಫೋಂಪಿಣಿಯಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತವನ್ನು ಸೇರಿ ಧ್ವನಿಯನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ, ಹೆಚ್ಚುಕಮ್ಮಿಯಾಗುತ್ತಲಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತದ ಮೂಲಕ ಹರಿಯುತ್ತದೆ, ಕಾಂತದ ಪ್ರಾಬಲ್ಯವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಿದಂತೆ, ಕಮ್ಮಿ ಮಾಡಿದಂತೆ, ಇದರ ಇದಿರಿಗೆ ಇರಿಸಲಾಗದ ತೆಳ್ಳನಾದ ಲೋಹದ ಶಂಕುವನ್ನು (Metal cone) (ತೆಳ್ಳನಾದ ಪಟಲದ ಬದಲು, ಇಲ್ಲಿ ಶಂಕ್ವಾಕಾರದ ಸ್ಪಂದಕವನ್ನುಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ) ಸ್ಪಂದಿಸುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರ 133ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ ಶಂಕುವು ತಕ್ಕಂತೆ ಅದುರುತ್ತ ತನ್ನ ಸ್ಪಂದನಗಳ ಫಲವಾಗಿ ಸ್ಟೂಡಿಯೋವಿನಲ್ಲಿ ಉಂಟುಮಾಡಿದಂಥ ಶಬ್ದವನ್ನೇ ಮರುನುಡಿಸುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ 133: ಫೋಂಪಿಣಿಯಲ್ಲಿ.

ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳ ಪ್ರಸರಣಕಾರ್ಯವೆಂದರೆ ಎತ್ತರದ ಕೊತ್ತಳದಿಂದ ತರಂಗಗಳ ಉಗಮ, ಇವು ಸುತ್ತಲೂ ಹಬ್ಬುತ್ತ ಪ್ರಸರಣ ಹೊಂದುವಿಕೆ ಎಂಬ ಭಾವನೆಗಳು ಮಾತ್ರ ತೋರಿಕೆಗೇನೋ ಹೊಳೆಯುತ್ತವೆ. ಇದು ಹಾಗಲ್ಲ ಎಂಬುದನ್ನು ಜ್ಞಾಪಕದಲ್ಲಿಡಬೇಕು. ದೇಶದ ಪ್ರಧಾನಿ ಇಲ್ಲವೆ ಅಧ್ಯಕ್ಷ ವಿಶೇಷ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಭಾಷಣ ಮಾಡುವುದನ್ನು ಎಲ್ಲ ಸ್ಟೇಶನುಗಳಿಂದಲೂ ಬಿತ್ತರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆಂದರೇನು? ಇಲ್ಲಿಯೂ ಏಕಪ್ರಕಾರದ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಹಲವು ಕೊತ್ತಳಗಳಿಂದ ಪ್ರಸರಣ ಮಾಡುವುದು ಎಂಬ ಅರ್ಥವಲ್ಲ; ಬದಲು, ಇಂಥ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಭಾಷಣವನ್ನು ಟೆಲಿಫೋನ್‌ಗಳ ಮೂಲಕ ಹಲವು ಸ್ಟೇಶನ್‌ಗಳಿಗೆ ಕಳುಹಿಸುತ್ತಾರೆ. ಪ್ರತಿ ವಿಸ್ತರಣಕೇಂದ್ರದಲ್ಲೂ ಅಲ್ಲಲ್ಲಿನ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ವಾಹಕ ತರಂಗಗಳೊಂದಿಗೆ ಈ ಧ್ವನಿಯ ತರಂಗಗಳನ್ನು ವೈದ್ಯುತವಾಗಿ ಆಚ್ಛಾದನೆಗೊಳಿಸಿ ಎಲ್ಲೆಡೆಗಳಲ್ಲೂ, ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸ್ಟೇಶನ್‌ನಲ್ಲಿಯೂ, ಆಯಾಯ ಸ್ಟೇಶನಿನ ವಿಶಿಷ್ಟ ಆವರ್ತನ ಸಂಖ್ಯೆಯ ತರಂಗಗಳನ್ನೇ ಪ್ರಸರಣಗೊಳಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಹೆಚ್ಚುಮಟ್ಟಿಗೆ ಇಂಥ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಇಂಥ ರಾಷ್ಟ್ರದ ಉದ್ದಗಲಕ್ಕೂ ವಿಸ್ತರಿಸಲಾಗುವ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಹ್ರಸ್ವತರಂಗಗಳನ್ನಾಗಿಯೇ (Short waves) ಪ್ರಸರಣ ಮಾಡುವುದು ವಾಡಿಕೆಯಾಗಿದೆ. ಅಂತರ್ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಪ್ರಸರಣಗಳಲ್ಲೂ ಚಿಕ್ಕಲೆಗಳನ್ನೇ-ಹ್ರಸ್ವತರಂಗಗಳನ್ನೇ-ಉಪಯೋಗಿಸುವುದು ವಾಡಿಕೆ. ಲಂಡನಿನಿಂದ ಪ್ರಸಾರಮಾಡಿದ ಭಾಷಣವನ್ನು ಚಿಕ್ಕಲೆಗಳ ಮೂಲಕ ಪ್ರಸಾರಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ನ್ಯೂಯೋರ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಗ್ರಹಿಸಿಕೊಂಡು, ತಕ್ಕಂತೆ

ವಿವರ್ಧಿಸಿ, ಟೆಲಿಫೋನ್ ತಂತಿಗಳ ಮೂಲಕ ಸೆನ್‌ಫ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಕೋ, ಚಿಕಾಗೋ ಮೊದಲಾದ ಪಟ್ಟಣಗಳಿಗೆ ಕಳುಹಿಸಿ, ಅಲ್ಲಿ ಆಯಾಯ ಸ್ಟೇಶನ್‌ಗಳ ವಿಶಿಷ್ಟ ಆವರ್ತನ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತತರಂಗಗಳನ್ನಾಗಿಯೂ ಪರಿವರ್ತಿಸಿ, ದೇಶದ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳಿಗೆ ಬಿತ್ತರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನೇತಕ್ಕೆ ಹೀಗೆ ಮಾಡತಕ್ಕುದು? ಎಂದು ನಿಮಗೆ ಅನಿಸಬಹುದು. ಹತ್ತಿರದ ಬ್ರಾಡ್‌ಕಾಸ್ಟಿಂಗ್ ಸ್ಟೇಶನ್‌ನಿಂದ ಬಿತ್ತರಿಸಲಾಗುವ ಭಾಷಣ ವನ್ನೋ, ಸಂಗೀತವನ್ನೋ ಕೇಳುವಾಗಲೇ ಶಬ್ದದೊಡನೆ ಇತರ ಶಬ್ದಗಳೂ ಕೇಳುವುವು; ಇಲ್ಲವೆ ಶಬ್ದಗಳ ಸಂಪೂರ್ಣ ಶೋಷಣೆಯೊದಗುವುದು, ಮೊದಲಾದುವು ಸಂಭವಿಸುವುದಿದೆ. ಹೀಗಿದ್ದ ಬಳಿಕ ಸಹಸ್ರ ಗಟ್ಟಳೆ ಮೈಲು ದೂರದಿಂದ ಬಿತ್ತರಿಸಲಾಗುವ ಸಾಮಾನ್ಯ ಶಕ್ತಿಯ ತರಂಗಗಳಲ್ಲಿ ಇಂಥ ದೋಷವು ಮತ್ತೂ ಹೆಚ್ಚಾಗುವುದರಲ್ಲಿ ಸಂದೇಹವೇನೂ ಇಲ್ಲ. ಇದನ್ನು ತಪ್ಪಿಸುವುದಕ್ಕಾಗಿಯೇ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಸ್ಟೇಶನುಗಳಿಗೆ ಟೆಲಿಫೋನ್ ತಂತಿಗಳ ಮೂಲಕ ಕಳುಹಿ, ಅಲ್ಲಲ್ಲಿಂದ ಇಂಥ ವಾರ್ತೆಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳ ಮೂಲಕ ಪ್ರಸರಣಗೊಳಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

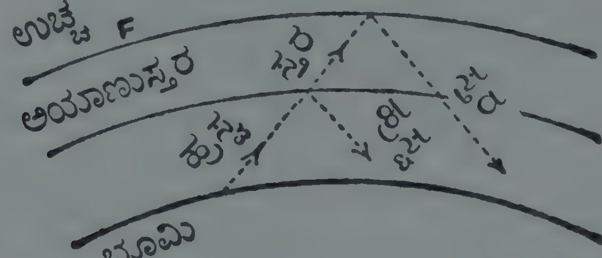
ಇದಿಷ್ಟು ರೇಡಿಯೋ ಬ್ರಾಡ್‌ಕಾಸ್ಟಿಂಗನ್ನು ಕುರಿತ ಸ್ಥೂಲ ಪರಿಚಯವೇ ವಿನಾ, ಅನೇಕ ವಿಸ್ತಾರದ ವಿಷಯಗಳನ್ನು, ಸೂಕ್ಷ್ಮ ವಿಚಾರಗಳನ್ನೆಲ್ಲ ಇಲ್ಲಿ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿಲ್ಲ. ಈಗ ಒಂದೆರಡು ದಶಕಗಳಿಂದಲಂತೂ ಅತ್ಯಾಧುನಿಕ ರೀತಿಯ ಪ್ರಸರಣಕಾರಕ (ಬ್ರಾಡ್‌ಕಾಸ್ಟಿಂಗ್) ಮತ್ತು ಗ್ರಾಹಕ(ರಿಸೀವಿಂಗ್) ಯಂತ್ರಗಳು ತಯಾರಾಗಿವೆ; ಇವುಗಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಪರಿಚಯದ ಬಗ್ಗೆ, ಈ ಶಾಸ್ತ್ರವಿಭಾಗದ ಮತ್ತು ಯಂತ್ರವಿದ್ಯೆಯ ಜ್ಞಾನ ಸಾಕಷ್ಟು ಅವಶ್ಯವೆನಿಸುತ್ತದೆ.

ಒಂದೆರಡು ವಿಚಾರಗಳನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಲೇಬೇಕು. ಅನೇಕ ಪಟ್ಟಣಗಳಲ್ಲಿ ಸರಬರಾಯಿ ಆಗುತ್ತಲಿರುವ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯೋ ಆವರ್ತಶೀಲ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ, ಇದನ್ನೇ ನಾವು ಉಪಯೋಗಿಸು ತ್ತೇವೆ. ಆದರೆ, ಇಂಥ ಆವರ್ತವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಸತತ ಹಾಗೂ ಏಕಮುಖಪ್ರವಾಹವನ್ನಾಗಿಸಿಯೇ ನಾವು ಪ್ಲೇಟಿಗೆ ಕಳುಹಿಸಬೇಕು. ಪ್ಲೇಟಿಗೆ ನಾವು ಎಷ್ಟಕ್ಕೂ ಆವರ್ತವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನಾಗಲೀ, ಆವರ್ತಶೀಲ ವಿದ್ಯುತ್-ಒತ್ತಡವನ್ನಾಗಲೀ ಕಳುಹುವಂತಿಲ್ಲ. ಓಗೆ ಪ್ರತಿ ಸಟ್ಟಿನಲ್ಲೂ ದಿಷ್ಟಕಾರಿಯು (Rectifier) ಆ ಸೆಟ್ಟಿನ ಮುಖ್ಯ ಭಾಗಗಳಲ್ಲೊಂದು.

ಇನ್ನು ರೇಡಿಯೋ ಗ್ರಾಹಕವು ತುಸುವಾದರೂ ಬೆಚ್ಚಗಾಗದೆ, ತನ್ನ ಕಾರ್ಯವನ್ನಾರಂಭಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಎಂಬುದನ್ನು ನೀವು ಅರಿತಿರಬಹುದಷ್ಟೆ. ಇದು ಏಕೆ? ತಂತುವು ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದಿಂದ ಬಿಸಿಯಾದಾಗ ಮಾತ್ರ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ವಿಸರ್ಜಿಸಲಾರಂಭಿಸುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ, ಬಿಸಿಯಾಗಲು ಎಂಥ ತಂತುವೂ ಒಂದೆರಡು ಸೆಕೆಂಡುಗಳಷ್ಟಾದರೂ ಸಮಯವನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ಇನ್ನೂ ಒಂದು ವಿಚಾರ: ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳು ಭೂಮಿಯ ಹೊರಕ್ಕೆ-ಶೂನ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಏತಕ್ಕೆ ಸಂಚರಿಸುವುದಿಲ್ಲ, ಭೂಮಿಯ ಹತ್ತಿರವೇ ಏತಕ್ಕೆ ಸುಳಿಯುತ್ತವೆ? ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತಲೂ ಹೊರಭಾಗದಲ್ಲಿ ಅಯಾನೀಕೃತ ಅನಿಲಗಳ ಆವರಣವು 30-250 ಮೈಲುಗಳಷ್ಟು ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಚಾಚಿರು ತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಅಯಾನುವಲಯ (Ionosphere) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಈ ವಲಯವು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಳಿಸುತ್ತ ಭೂಮಿಗೆ ಅವನ್ನು ಸದಾ ಹತ್ತಿರವಾಗಿಯೇ ಇರುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ 134). ಇನ್ನು ಇಂಥ ಅಯಾನುವಲಯವಾದರೋ ಸೌರಕಲೆಗಳಿಂದಲೂ ಉತ್ತರ ದಕ್ಷಿಣ ಧ್ರುವ ಗಳಾಕಾಶದ ಅರೋರಾ (Arrora)ದಿಂದಲೂ ಮತ್ತು ಅಂತರಿಕ್ಷದ ವೈದ್ಯುತ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಿಂದಲೂ ಪರಿಣತವಾಗುತ್ತಲೇ ಇದ್ದು, ಯಾವಾಗಲೂ ಏಕಪ್ರಕಾರವಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಇದರ ವಿಸ್ತೃತಿಯು ಹಿಗ್ಗಲೂ ಬಹುದು, ಕುಗ್ಗಲೂಬಹುದು; ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಇದರಲ್ಲಿ ತರಂಗಗಳ ಶೋಷಣೆ, ಪ್ರತಿಫಲನಗಳೂ ಹೆಚ್ಚುಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದೂ ಇದೆ.

ಹ್ರಸ್ವತರಂಗಗಳು (Short waves) ಬೆಳಕಿನ ವಿವಿಧ ತರಂಗಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಂಪು ತರಂಗಗಳು ಉದ್ದವಾಗಿವೆ. ನೇರಳೆ ತರಂಗಗಳು ಹ್ರಸ್ವತಮವಾಗಿವೆ ಎಂದು ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿರುವೆವಷ್ಟೆ? ಅಲ್ಲದೆ, ಕೆಂಪುಬಣ್ಣದಬೆಳಕು ಹೆಚ್ಚು ದೂರದತನಕ ಸುಲಭವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆನ್ನುವುದೂ ತಿಳಿದಿರುವ ವಿಚಾರವೇ. ಹೀಗೆ ಉದ್ದ ತರಂಗಗಳು ಸುಲಭವಾಗಿ ದೂರಗಾಮಿಗಳೆಂದಾದರೆ, ಬ್ರಾಡ್‌ಕಾಸ್ಟಿಂಗ್‌ನಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ದೂರಚಲನೆಗೆ – ಸುದೂರ ವಿಸರಣಕ್ಕೆ – ಏಕೆ ಹ್ರಸ್ವತರಂಗಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕು? ಚಿತ್ರ 134 ನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ. ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತಲೂ ಹಬ್ಬಿರುವ ಅಯಾನುವಲಯವನ್ನು ಕುರಿತು ನಾಲ್ಕು ಮಾತುಗಳನ್ನು ಹೇಳಿದೆವಷ್ಟೆ. ಈ ವಲಯದಲ್ಲಿ ಉದ್ದದ ತರಂಗಗಳು ಸುಲಭವಾಗಿ ಪ್ರತಿಫಲನ ಗೊಳುತ್ತವೆ. ಚಿಕ್ಕ ತರಂಗಗಳಾದರೋ ದೂರದ ತನಕ ವ್ಯಾಪಿಸಿ, ಯಾವ ಆತಂಕವಿಲ್ಲದೆಯೂ ಚಲಿಸು ತ್ತಲೂ ಮತ್ತು ಅಲ್ಲೇ ಬಹುಶಃ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಳ್ಳುವುವು. ಅಂದರೆ,ಅಯಾನುವಲಯದ ಹೊರಭಾಗದಲ್ಲಿ



ಚಿತ್ರ 134: ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳ ಪ್ರತಿಫಲನ.

ಮಾತ್ರ ಇಂಥ ಹ್ರಸ್ವತರಂಗಗಳು F ಸ್ತರ (Flayer) ಎಂಬ ಹೊರಭಾಗದ, ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸುವ ಅನಿಲಗಳ ಸ್ತರದಲ್ಲಿ–ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಳ್ಳುವುವೇ ವಿನಾ ಕೆಳಸ್ತರದಲ್ಲಲ್ಲ. ಭೂಮಿಯಿಂದ ಹೆಚ್ಚಿನ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಳ್ಳುವ ತರಂಗವೋ ಹೆಚ್ಚು ದೂರವನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಮುಟ್ಟಬಲ್ಲುದಷ್ಟೆ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದಲೂ ಹೆಚ್ಚು ದೂರದ ತನಕ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಬಿತ್ತರಿಸಲು ಹ್ರಸ್ವತರಂಗಗಳನ್ನೇ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ತರಂಗಮಾನದ ಮಿತಿಗಳು 450 ಮೀ.–1500 ಮೀ, ಇಲ್ಲವೇ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆ 20 ಸಹಸ್ರ/ಸೆಕುಂಡು – 655 ಸಹಸ್ರ / ಸೆಕುಂಡು ಮಿತಿಗಳೊಳಗಿರುವ ತರಂಗಗಳೆಲ್ಲ ದೀರ್ಘತರಂಗಗಳು; 12 ಮೀ – 150 ಮೀ. ತರಂಗಮಾನದ ಮಿತಿಗಳೊಳಗಿರುವ ಇಲ್ಲವೆ 2000 ಸಹಸ್ರ / ಸೆಕುಂಡು – 25,000 ಸಹಸ್ರ / ಸೆಕುಂಡು ಮಿತಿಗಳೊಳಗಿನ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯ ತರಂಗಗಳೋ ಹ್ರಸ್ವತರಂಗಗಳೆಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುತ್ತವೆ.

ಸಾರಾಂಶ: ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳ ವಿಸ್ತರಣ ಮತ್ತು ಗ್ರಹಣಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ಈ ಕೆಳಗಿನ ವಿವಿಧ ಹಂತಗಳು ಈ ಶಾಸ್ತ್ರವಿಭಾಗದ ಸ್ಥೂಲ ಚಿತ್ರಣವನ್ನೊದಗಿಸುತ್ತದೆ.

1. ಭಾಷಣಕಾರ ಇಲ್ಲವೆ ಸಂಗೀತಗಾರ ತನ್ನ ಸ್ವನದಿಂದ ಮೈಕ್ರೋಫೋನಿನ ಲೋಹಪಟಲವನ್ನು ಅಲುಗಿಸುತ್ತಾನೆ.
2. ಲೋಹದ ಪಟಲದ ಸ್ಪಂದನಗಳು ಏರುಪೇರುಳ್ಳ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ.
3. ಇಂಥ ಸ್ಪಂದನಶೀಲ (Pulsating) ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು 20–30 ಮೈಲುಗಳಷ್ಟು ದೂರವುಳ್ಳ ಬ್ರಾಡ್‌ಕಾಸ್ಟಿಂಗ್ ಸ್ಟೇಶನಿಗೆ ಟೆಲಿಫೋನ್ ತಂತಿಗಳ ಮೂಲಕ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ.

4. ಬ್ರಾಡ್‌ಕಾಸ್ಟಿಂಗ್ ಸ್ಟೇಶನಿನ ನಿರ್ವಾತನಳಿಗೆಗಳ ಮೂಲಕ ವಿವರ್ಧಿಸಲ್ಪಟ್ಟು ಅಧಿಕಾವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ ಆವರ್ತ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಮೇಲೆ ಆಚ್ಛಾದಿಸಲ್ಪಟ್ಟು ಎತ್ತರದ ಕೊತ್ತಳವನ್ನು ಸೇರುತ್ತದೆ. ಈ ಆವರ್ತವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯಾದರೋ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಸ್ಟೇಶನುಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಬೆಲೆಯುಳ್ಳದ್ದಿರುತ್ತದೆ. ಕೊತ್ತಳದ ತುದಿಯಿಂದ ಇದು ಸುತ್ತಲೂ ಪ್ರಸಾರವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಶಬ್ದದ ತರಂಗಗಳಿಂದ ಹೆಚ್ಚುಕಮ್ಮಿಯಾಗುತ್ತಲಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಇಲ್ಲಿನ ವಾಹಕ (Carrier) ತರಂಗಗಳ ಮೇಲೆ ಸವಾರಿ ಮಾಡುತ್ತದೆಂಬುದರಿಂದಲೇ ಇಲ್ಲಿನ ನಿಜ ಕಲ್ಪನೆಯುಂಟಾಗಬಹುದು.

5. ಶ್ರವಣದ ತರಂಗಗಳ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯು ವಾಹಕತರಂಗಗಳೊಂದಿಗೆ ಕೊತ್ತಳದಿಂದ ಸುತ್ತಲೂ ಪ್ರಸಾರವಾಗುತ್ತವೆ. ಇಂಥ ಅನೇಕ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಗಳ ತರಂಗಗಳು ಹೀಗೆ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಲೂ ವ್ಯಾಪಿಸುತ್ತಲಿರುತ್ತದೆ.

4. ನಿಮ್ಮ ಸೆಟ್ಟುಗಳಲ್ಲಿನ ನಿರ್ವಾತ ನಳಿಗೆಗಳಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದಿಂದ ಕಾವೇರುವ ತಂತುಗಳು, ಇವುಗಳಿಂದ ತುಸು ದೂರದಲ್ಲೇ ಧನವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಪಡೆದ ಪ್ಲೇಟುಗಳ ಮತ್ತು ಇವುಗಳ ತಂತಿ ಏಂಟೆನ್ನಾದೊಡನೆ ಸಂಪರ್ಕವಿರುವ ಗ್ರಿಡ್ಡುಗಳಿವೆ. ಗ್ರಿಡ್ಡುಗಳಲ್ಲಿ ಧನವಿದ್ಯುತ್ತು ಸಂಚಯವು ತೋರಿದಾಗ ಮಾತ್ರ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಪ್ಲೇಟಿನತ್ತ ಚಲಿಸಬಲ್ಲುವೇ ವಿನಾ, ಅವು ಗ್ರಿಡ್ಡಿನಲ್ಲಿ ಋಣ ಸಂಚಯವಿದ್ದಾಗ ನಿರಸನಗೊಳಿಸಲ್ಪಟ್ಟು ಪ್ಲೇಟನ್ನು ಸೇರಲಾರವು. ಇದರಿಂದ ಗ್ರಹಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಪರಿಮಾಣವೂ ತನ್ನಂತೆಯೇ ಹೆಚ್ಚುವುದು; ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯೋ ಹಿಂದಿನಷ್ಟೇ ಇರುವುದು.

9. ಹೀಗೆ ಬಂದ ತರಂಗಗಳನ್ನು ತಕ್ಕಂತೆ ವಿವರ್ಧಿಸಿಕೊಂಡು, ಈ ವಾಹಕ ತರಂಗವನ್ನು ಸಂಸೂಚಕದ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿ, ಅಲ್ಲಿ ಇದರಲ್ಲಿನ ಅತ್ಯಧಿಕಾವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯ ತರಂಗಗಳನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಿ (Demodulated) ಶ್ರವಣತರಂಗಗಳ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲೇ ವೈದ್ಯುತಪ್ರವಾಹದ ಏರಿಳಿತಗಳನ್ನೂ ಪಡೆಯುತ್ತೇವೆ.

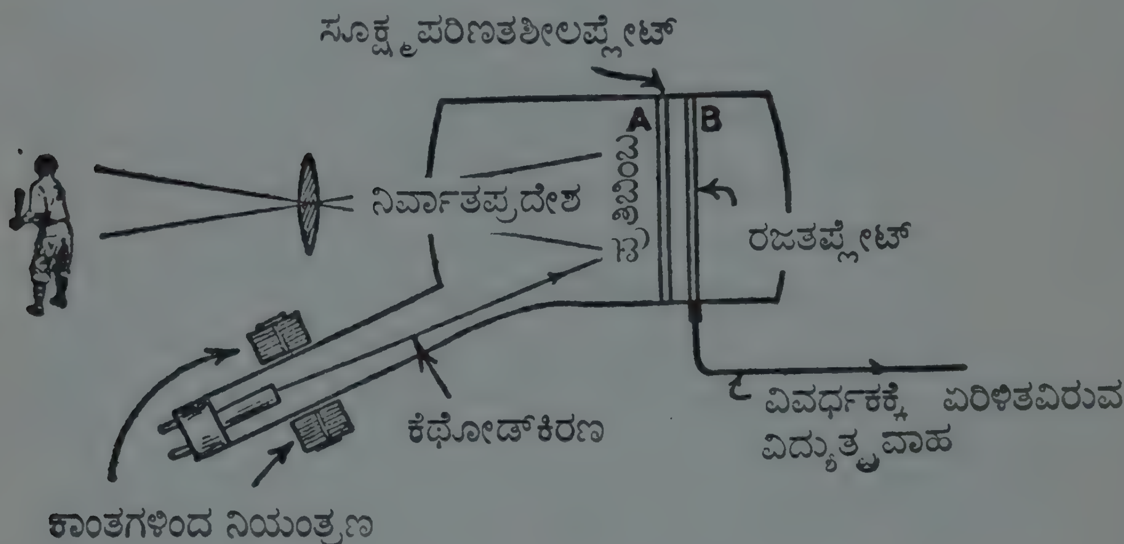
10. ಇದು ರೇಡಿಯೋವಿನ ಮೈಕನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿ, ಅಲ್ಲಿ ಮೂಲಶಬ್ದದಂಥ ಶಬ್ದವನ್ನೇ ಮರುನುಡಿಸುತ್ತದೆ.

ಟೆಲಿವಿಶನ್ ರೇಡಿಯೋ ಮತ್ತು ಟೆಲಿವಿಶನ್‌ಗಳೆರಡರಲ್ಲೂ ವಾಹಕತರಂಗಗಳನ್ನು ಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ರೇಡಿಯೋ ಪ್ರಸಾರದಲ್ಲಿ ವಾಹಕತರಂಗಗಳೊಂದಿಗೆ, ಅಧಿಕಾವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳೊಂದಿಗೆ ಶಬ್ದದ ಅಲೆಗಳನ್ನು ಜತೆಗೂಡಿಸಿದರೆ, ಇಲ್ಲಿ ಚಿತ್ರ ಪ್ರಸಾರದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳನ್ನು ಜತೆಗೂಡಿಸುವೆವು. ಇದರಿಂದಲಂತೂ ವೈದ್ಯುತ ಚಿತ್ರವೊಂದು ಅಲೆ, ಅಲೆಯಾಗಿ ಸ್ಟೇಶನಿನಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಲೂ ವ್ಯಾಪಿಸುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳು ಹೇಗೆ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುತ್ತವೆ, ಹೇಗೆ ಪ್ರಸಾರಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ, ಮತ್ತು ಆಚೆ ತುದಿಯಲ್ಲಿ ಬೇಕಾದಲ್ಲೆಲ್ಲ ಹೇಗೆ ಸಂಗ್ರಹಿಸಲ್ಪಟ್ಟು, ಪುನಃ ಚಿತ್ರಗಳಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡುತ್ತವೆ ಎನ್ನುವುದೇ ಟೆಲಿವಿಶನ್‌ನಲ್ಲಿ ಅಡಕವಾಗಿರುವ ಕಥೆ.

ಒಂದು ಫೋಟೋಗ್ರಾಫನ್ನು ವಾರ್ತಾಪತ್ರಿಕೆಯ ಕಾಗದದಲ್ಲಿ ಮುದ್ರಿಸುವುದು ನೇರಾಗಿ ಸಾಧ್ಯವಿದೆಯೆ? ಇದನ್ನು ಲೋಹದ ಅಚ್ಚಿನಿಂದ ನೇರಾಗಿಯೂ ಮುದ್ರಿಸಲಾರೆವು, ಕಾರಣ, ಪ್ರತಿಚಿತ್ರದಲ್ಲೂ ಬೆಳಕು, ಛಾಯೆಗಳು, ಕಪ್ಪು, ಬಿಳಿ ಮತ್ತು ಇವುಗಳ ಮಿಶ್ರಣಗಳು ಅಲ್ಲಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ತೀವ್ರತೆಯುಳ್ಳಿದ್ದೇ ಇರುವುವು. ಈ ಬಗ್ಗೆ ಹಾಫ್‌ಟೋನ್ (Halftone) ವಿಧಾನದಿಂದಲಷ್ಟೇ ನಾವು ಈ ಫೋಟೋಗ್ರಾಫನ್ನು ಮುದ್ರಿಸಬಹುದು. ಚಿತ್ರವನ್ನು ಒಂದು ಸರಿಗೆಗಳ ಜಾಲರಿ (mesh)ಯ ಮೂಲಕ ಬೆಳಗಿಸಿ ಮೊತ್ತಮೊದಲು ಅವನ್ನು ಅನೇಕ ತುಂಡುಗಳನ್ನಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಬೇಕು.

ವಾರ್ತಾಪತ್ರಿಕೆಯಲ್ಲಿನ ಫೋಟೋಗಳನ್ನು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿರಿ. ಇದರಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಚಿಕ್ಕ ಚಿಕ್ಕ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಖಂಡಗಳು (Specks) ಇರುತ್ತವೆ. ಇಂಥ–ಬೊಟ್ಟುಗಳೆಂದರೂ ಸರಿಯೆ– ಖಂಡಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಅತಿಸಮೀಪದಲ್ಲಿದ್ದು, ದೊಡ್ಡದಾಗಿದ್ದರೆ ಕಪ್ಪುಭಾಗವೇ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಇವು ಚಿಕ್ಕದಾಗಿದ್ದು ದೂರದೂರವಾಗಿದ್ದರೆ, ಅಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಕಾಶಿತ ಭಾಗವೇ ಎದ್ದು ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ, ಚಿತ್ರವನ್ನು ಎಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚು ಚಿಕ್ಕ ಚಿಕ್ಕ ಖಂಡಗಳಾಗಿ ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸುವೆವೋ ಅಷ್ಟು ಸ್ಪಷ್ಟವೂ ಮತ್ತು ನಿಖರವೂ ಆದ ಚಿತ್ರವು ಲಭಿಸುವುದು.

ಈ ತತ್ವವನ್ನಾಧರಿಸಿಯೇ ಚಿತ್ರಪ್ರಸಾರವನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳಲಾಗುತ್ತದೆ. ಯಾವ ವಸ್ತುವನ್ನು–ವಸ್ತುವಿನ ಚಿತ್ರವನ್ನು-ನಾವು ಪ್ರಸಾರ ಮಾಡಲಿರುವೆವೋ, ಅದರಿಂದ ಬರುವ ಬೆಳಕನ್ನು ತಕ್ಕ ಯವಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿ, ಒಂದು ನಿರ್ವಾತ ನಳಿಗೆಯಲ್ಲಿಡಲಾದ ಬೆಳಕಿನಿಂದ ಪರಿಣತವಾಗುವ ಹಾಗೂ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಪಡೆದಿರುವ ಪರದೆಯ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತೇವೆ. ಚಿತ್ರ 135 ರಲ್ಲಿ ಇಂಥ ಐಕೊನೋಸ್ಕೋಪನ್ನು (Iconoscope) ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 135: ಐಕೋನೋಸ್ಕೋಪ್

ಇದರಲ್ಲಿನ ಪರದೆಯಲ್ಲಾದರೋ ಮಿಲಿಯಗಟ್ಟಳೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಸೀಶಿಯಮ್ ಆಕ್ಸೈಡ್ (Caesium-oxide) ಲೇಪಿಸಿರುವ ಬೆಳ್ಳಿಯ ಅಣುಗಳಷ್ಟು ಗಾತ್ರದ ಮಣಿಗಳಿವೆ (globules). ಬೆಳಕು ಒಂದು ಮಣಿಯ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದರೂ, ಕೂಡಲೆ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ವಿಸರ್ಜನೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ, ಬೆಳಕಿನ ತೀವ್ರತೆ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ, ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಹೆಚ್ಚುತ್ತ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಅಂತೂ ಪ್ರತಿ ಮಣಿಯೂ – ಈ ಅಸಂಖ್ಯ ಮಣಿಗಳೆಲ್ಲವೂ – ಒಂದು ಪ್ರಭಾವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶವಾಲೆಯೇ ಆಗಿದೆ ಎಂದರೇನೂ ಉತ್ಪ್ರೇಕ್ಷೆಯಲ್ಲ. ಅಂತೂ, ಈ ಪರದೆಯ ಮೇಲೆ ಫೋಕಸ್ (ಸಂಗಮವಾಗುವಂತೆ) ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟ ಒಂದು ಚಿತ್ರದಿಂದ ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಮಿಲಿಯಗಟ್ಟಳೆ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ವಿಸರ್ಜನೆ ಹೊಂದುವುವು. ಅಲ್ಲದೆ, ಒಳ್ಳೆ ಪ್ರಕಾಶಿತ ಭಾಗಗಳಿಂದ ಹೆಚ್ಚು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳೂ, ಕಮ್ಮಿ ಪ್ರಕಾಶದ ಬೆಳಕನ್ನು ಪಡೆದ ಭಾಗಗಳಿಂದ ಕಮ್ಮಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳೂ ಹಾರುವುವು. ಅಲ್ಲಿಂದ ಎಂದರೆ A ಪರದೆಯಿಂದ ಹಾರಿದ ಈ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಾದರೋ, ಅದರಿಂದ ತುಸು ದೂರದಲ್ಲಿರಿಸಲಾದ B ಎಂಬ ಪ್ಲೇಟಿನತ್ತ, ಅದರಲ್ಲಿ ಧನ ವಿದ್ಯುತ್ಸಂಚಯವುಳ್ಳ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ಎಂಬಂತೆ ಹಾರುವುವು. ರೇಡಿಯೋ ನಿರ್ವಾತ ನಳಿಗೆಗಳಲ್ಲಿನ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ

ಈ ಹಾರಾಟದೊಡನೆ ನಾವು ಹೋಲಿಸಬಹುದು. ಏನೇ ಇರಲಿ, ಇಂಥ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಹಾರಾಟದ ಫಲವಾಗಿ, Aಯು ಕ್ರಮಶಃ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ನುಗಳ ಮೂಲಕ ಋಣವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಕಳೆಯುತ್ತಲೂ ಧನಾತ್ಮಕ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಪಡೆಯುತ್ತ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ವಿದ್ಯುತ್ಸಂಚಯವನ್ನು ಪಡೆಯುವುದು. ಇಂಥ ಸಂಚಯವೋ ನಿಜಕ್ಕಾದರೂ ಆಯಾಯ ಭಾಗದ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವ ಬೆಳಕಿನ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನೇ ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಬೇರೆ ಹೇಳುವ ಅವಶ್ಯವೂ ಇಲ್ಲ. ಇಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಈ ಪರದೆಯು (A)ಸ್ಥಿರ ವಾಗಿದೆ, ಅಚಲವಾಗಿದೆ.

ಇಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಚೂಪಾದ ಕೆಥೋಡ್ ಕಿರಣಗಳ ಕಂಬಿಯೊಂದನ್ನು ಅದ್ಭುತ ವೇಗದಿಂದ Aಯು ಮೇಲೆ ಹೊರಳಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ನೀವು ಈ ಪುಸ್ತಕದ ಸಾಲುಗಳನ್ನು ಒಂದೊಂದಾಗಿ ಎಡ ದಿಂದ ಬಲಕ್ಕೆ ಓದುವಂತೆ, ಈ ಕಂಬಿಯನ್ನು Aಯ ಮೇಲೆ ವಿವಿಧ ಸಾಲುಗಳ ಮೇಲೆ ಎಡದಿಂದ ಬಲಕ್ಕೆ, ಒಂದರ ನಂತರ ಒಂದು ಸಾಲಿನ ಮೇಲೆ, ಹೊರಳಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಕ್ರಮವೀಕ್ಷಣ (Scanning) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಇದನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ತುಸು ವಿವರಿಸಬೇಕಾಗಬಹುದು: ಕೆಥೋಡ್ ಕಿರಣಗಳ ಕಂಬಿಯು A ಪ್ಲೇಟಿನ ಎಡದಿಂದ ಬಲಕ್ಕೆ ಸಾಲುಸಾಲುಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿ ಮಣಿಯನ್ನೂ ಚಕಿತಗೊಳಿಸುತ್ತಲೇ ಬಹಳ ವೇಗವಾಗಿ ಮುಂದುವರಿಯುತ್ತದೆ. ಸುಮಾರು 4″ ಇಂಚು ಪ್ಲೇಟನ್ನು 1/15,000 ಸೆಕುಂಡು ಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ರಮಿಸಬಲ್ಲ ಈ ಕೆಥೋಡ್ ಕಿರಣಗಳ ಕಂಬಿಯು 525 ಸಾಲುಗಳುಳ್ಳ ಇಡೀ ಪ್ಲೇಟನ್ನು 1/20 ಸೆಕುಂಡುಗಳಲ್ಲಿ ಮುಗಿಸಿ ಬಿಡುತ್ತದೆ; ಇಷ್ಟರಲ್ಲಿ ಮಿಲಿಯಗಟ್ಟಳೆ ಮಣಿಗಳನ್ನೂ ಚಕಿತಗೊಳಿಸಿರುತ್ತದೆ, ಎನ್ನುವುದೇ ಇಲ್ಲಿನ ಮುಖ್ಯ ವಿಷಯ. ಇನ್ನು ಇದರಲ್ಲಿನ ವೇಗವೋ ಮತ್ತೂ ಆಶ್ಚರ್ಯಕರವೇ. ಈ ಪುಟವನ್ನು ನೀವೂ, ಹಾಗೆಯೇ ಕೆಥೋಡ್ ಕಿರಣಗಳ ಕಂಬಿಯೂ ಒಟ್ಟೊಟ್ಟಿಗೇ ಓದಲು ಆರಂಭಿಸಿ ದಿರಿ ಎನ್ನಿರಿ. ಆಗಲೋ ಒಂದು ಸಾಲನ್ನು ನೀವು ಓದುವಷ್ಟರಲ್ಲಿ ಕೆಥೋಡ್ ಕಂಬಿಯು ಸುಮಾರು 45 ಸಾಲುಗಳುಳ್ಳ 1,200 ಪುಟಗಳನ್ನು ಓದಿರುತ್ತದೆ ಎಂದರೆ, ಅಷ್ಟು ಅದ್ಭುತವಾಗಿದೆ ಅದರ ಓಟ.

ಇಂಥ ಮಣಿಗಳ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವ ಈ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಕಂಬಿಯೋ ಪ್ರತಿಯೊಂದರಲ್ಲಿರುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಕೊರತೆಯನ್ನು ನೀಗಿಸುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ, ಬೆಳಕು ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾಗಿದ್ದಲ್ಲೆಲ್ಲ ಹೆಚ್ಚಿನ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಕಂಬಿಯಿಂದ ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುತ್ತವೆ, ಕಮ್ಮಿ ಪ್ರಕಾಶವಿದ್ದಲ್ಲಿ, ಕಮ್ಮಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಉಪಯುಕ್ತವಾಗುತ್ತವೆ. ಅಂತೂ ದೊಡ್ಡ ಕೊಳವೆ-ಹೋಸ್-(Hose) ಒಂದನ್ನು ಕೈಯಲ್ಲಿ ಹಿಡಿದು ನಮ್ಮೆದುರಿಗೆ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿರುವ ಅನೇಕ ಚಿಕ್ಕ, ದೊಡ್ಡ ಹೊಂಡಗಳನ್ನು ಮುಚ್ಚುವ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಈ ಕಾರ್ಯವು ಹೋಲುತ್ತದೆ ಎನ್ನುವುದರಲ್ಲಿ ಉತ್ಪ್ರೇಕ್ಷೆ ಏನೇನೂ ಇಲ್ಲ. A ಯಲ್ಲಿ ಹೇಗೆ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಕಂಬಿಯ ಆಘಾತದಿಂದ ವೈದ್ಯುತ ಚಾರ್ಜುಗಳ ಸಂಚಯವು ವ್ಯತ್ಯಸ್ಥಗೊಳ್ಳುವುದೋ, ಇದಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣ ವಾಗಿಯೇ ಅದಕ್ಕಿದಿರಾದ ಪ್ಲೇಟ್ B ಯಲ್ಲೂ ಸ್ಪಂದನಗಳು (Pulsations) ಕಂಡುಬರುವುವು.

ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಬರುವ ಬೆಳಕು A ಯು ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದು, ಇದರೊಡನೆಯೇ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಕಂಬಿಯೂ ಬಿದ್ದು ಇಂಥ ಚಿಕ್ಕಪುಟ್ಟ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಚೆನ್ನಾಗಿ ವಿವರಿಸಿ, ವಿಸ್ತರಿಸಿ, ಈ ಇಡೀ ಪ್ಲೇಟ್ ತಾನು ವಿದ್ಯುತ್‌ಸ್ಪಂದನಗಳನ್ನು ತೋರುತ್ತವೆ. ಇಂಥ ಸ್ಪಂದನಗಳು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ಆಚೆಯ ಲೋಹದ ಪಟಲದ ಮೇಲೂ ತಮಗೆ ಅನುಗುಣವಾದ ಸ್ಪಂದನಗಳನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ತಕ್ಕ ತಂತಿಗಳಿಂದ ಹೊರಗೊಯ್ದು, ಇಂಥ ಅಂತರಗಳನ್ನು ತಕ್ಕಷ್ಟು ದೊಡ್ಡದನ್ನಾಗಿಯೂ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಬಹುಶಃ ಇಂಥ ಅಂತರಗಳನ್ನು ಮಿಲಿಯಗಟ್ಟಳೆ ಪಾಲು ಹೆಚ್ಚಿಸಿಯೇ, ಇವನ್ನು ವಾಹಕ ತರಂಗದೊಡನೆ ಬಿತ್ತರಿಸ ಲಾಗುತ್ತದೆ – ಪ್ರಸರಣಗೊಳಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂತೂ, ಹೊರಗೆ ಪ್ರಸರಣಗೊಳಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಈ ತರಂಗ ಗಳೋ, ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳಂತೆಯೇ ಸರ್ವತೋಮುಖವಾಗಿಯೂ, ವೇಗವಾಗಿಯೂ ಧಾವಿಸುತ್ತವೆ.

ಇವನ್ನು ಪುನಃ ಇನ್ನೊಂದೆಡೆ, ಅಂದರೆ, ಟೆಲಿವಿಶನ್‌ಸೆಟ್ಟುಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಸೂಚಕಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಗ್ರಹಿಸಿ, ಇವುಗಳಿಂದ ಪೂರ್ತಿ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಪುನಃ ಜೋಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು.

ಟೆಲಿವಿಶನ್ನಿನ ಗ್ರಾಹಕ ಸೆಟ್ಟುಗಳಲ್ಲಿ ಮೆಗಫೋನ್ ಆಕಾರದ ಒಂದು ಉದ್ದನಾದ ಗಾಜಿನ ನಿರ್ವಾತ ನಳಿಗೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಇದರ ಒಂದು ತುದಿಯಲ್ಲಿ ಕೆಥೋಡ್ ಕಿರಣಗಳ ನಾಳವಿದೆ. ವೈದ್ಯುತ ಸ್ಪಂದನಗಳು ಕೆಥೋಡ್ ನಾಳದ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದಾಗ, ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಹರಿವು ಹೆಚ್ಚು, ಕಮ್ಮಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ, ಎರಡು ಜೊತೆ ಕಾಂತಗಳು ಈ ಕೆಥೋಡ್ ಕಿರಣಗಳ ಕಂಬಿಯನ್ನು ಕ್ಷಿತಿಜದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲೂ ಹಾಗೆಯೇ ಊರ್ಧ್ವದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲೂ – ಅಂದರೆ ಸಾಲುಗಳನ್ನು ಓದುವಂತೆಯೂ, ಪುಟವನ್ನು ಅದಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿ ಎಳೆದಂತೆಯೂ– ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಸ್ಟುಡಿಯೋದಲ್ಲಿ ಹೇಗೆ ಕ್ರಮವೀಕ್ಷಣೆಗೀಡುಮಾಡಿದೆಯೋ ಹಾಗೆಯೇ ಅನುದೀಪ್ತಿಕಾರಕ ಪರದೆಯ ಮೇಲೆ ಕೆಥೋಡ್ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಚಲಾಯಿಸಿ, ಇವುಗಳಲ್ಲಿನ ಸ್ಪಂದನಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಪುನಃ ಹಿಂದಿನ ಚಿತ್ರದ ಘಟಕಗಳನ್ನು ಬೊಟ್ಟುಬೊಟ್ಟಾಗಿ ಖಂಡಗಳಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟುಗೂಡಿಸಿ ರಚಿಸಬಹುದು. ಗ್ರಾಹಕ ಸೆಟ್ಟುಗಳಲ್ಲೂ ಚಿತ್ರಪ್ರಸಾರ ಮಾಡುವ ಸೆಟ್ಟುಗಳಲ್ಲೂ ಕೆಥೋಡ್‌ಕಿರಣಗಳುಂಟುಮಾಡುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಪಂದಗಳು ಏಕಪ್ರಕಾರವಾಗಿವೆ ಎಂದು ಇಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಹೇಳುವ ಅವಶ್ಯವಿಲ್ಲ.

ಕೆಥೋಡ್‌ಕಿರಣಗಳ ಅದ್ಭುತ ವೇಗ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತಗಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮತೆ ಇವುಗಳ ಫಲವಾಗಿಯೇ ಮತ್ತೆ ರೂಪುಗೊಳಿಸಿದ ಚಿತ್ರಗಳು ಮೂಲದ ಯಥಾ ನಕಲುಗಳೇ ಆಗಿರುತ್ತವೆ. ಅಲ್ಲದೆ, ಇದೊಂದು ಚಲಚ್ಚಿತ್ರವೂ ಆಗಿದೆ ಎನ್ನಬಹುದು. ಸಾಮಾನ್ಯ ಚಲಚ್ಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಸೆಕುಂಡು ಒಂದರ 16–25ರಷ್ಟು ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಕಣ್ಣೆದುರಿಗೆ ಹಾಯಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ, ಟೆಲಿವಿಶನ್‌ನಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಸೆಕುಂಡು ಒಂದರ 30 ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಹಾಯಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಸೆಕುಂಡಿನಲ್ಲಿ ಒಮ್ಮೆ ಇಡೀ ಪ್ಲೇಟನ್ನು ದಾಟಿಬಿಡುವ ಕಂಬಿಯು ಇಷ್ಟರಲ್ಲಿ ಒಂದು ತಟಸ್ಥ (ಅಚಲ,Stationary) ಚಿತ್ರವನ್ನಷ್ಟೇ ಒದಗಿಸಿದರೂ, ಸೆಕುಂಡು ಒಂದರ 30 ಚಿತ್ರಗಳನ್ನಾದರೂ ಒಂದರ ನಂತರ ಒಂದರಂತೆ ಒದಗಿಸುವ ಕಾರಣ, ಇವೆಲ್ಲವೂ ಪ್ರತ್ಯೇಕವೇ ಆಗಿದ್ದರೂ, ಒಂದೇ ಚಿತ್ರದ, ದೃಶ್ಯದ ಮುಂದುವರಿಕೆ ಎನ್ನುವ ಭಾವನೆ ಸಹಜವಾಗಿಯೇ ನಮ್ಮಲ್ಲಿ ಉದಿಸುತ್ತದೆ.

ಅಂತೂ ಕೆಥೋಡ್‌ಕಿರಣಗಳ ಕಂಬಿಯಿಂದ ಕ್ರಮವೀಕ್ಷಣದ ವಿಧಾನವು ಹಿಂದಿನ ಇತರ ಯಾಂತ್ರಿಕ ವಿಧಾನಗಳಿಂದೆಲ್ಲ ನವೀನವಾಗಿದೆ, ವೇಗತರವೂ ಆಗಿದೆ. ಬಹುಶಃ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ವೇಗ (ಅದ್ಭುತ) ಮತ್ತು ಸೂಕ್ಷ್ಮತೆಯ ಅಪ್ರತಿಮ ಸಾಧನವೆಂದರೆ ಟೆಲಿವಿಶನ್ ಎಂದರೇನೂ ತಪ್ಪಿಲ್ಲ.

ಜಡತ್ವೀಯ ನಿರ್ದೇಶ (Inertial Navigation) ಹಗಲಿನ ವೇಳೆ ಸೂರ್ಯನ ಸ್ಥಾನ, ರಾತ್ರೆ ಧ್ರುವನಕ್ಷತ್ರ, ಇಲ್ಲವೆ ಹತ್ತಿರದ ದಡದಿಂದ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳ ಪ್ರತಿಫಲನ ಮೊದಲಾದ ವಿಧಾನಗಳಿಂದ ಸಾಗರಗಳಲ್ಲಿ ನಾವಿಕರು ತಮ್ಮ ತಮ್ಮ ಸ್ಥಾನನಿರ್ದೇಶವನ್ನು ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದರು, ತಂತಮ್ಮ ಚಲನೆಯ ದಿಕ್ಕನ್ನು ತಿಳಿಯುತ್ತಿದ್ದರು. ಇಂಥ ನಿರ್ಣಯದಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ನೂತನವೆನಿಸಿದುದೇ ಈಗ ನಾವು ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಲಿರುವ ವಿಧಾನ. ಇದೇತಕ್ಕೆ ಅವಶ್ಯ ಬಿತ್ತು? ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆಯು ಸಹಜವಾಗಿ ನಿಮ್ಮ ಮನಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಉದಿಸಬಹುದು. ಸ್ಕೇಟ್ (Skate), ನಾಟಿಲಸ್ (Nautilus) ಮೊದಲಾದ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯಿಂದೋಡುವ ಜಲಾಂತರ್ಗಾಮಿಗಳು ನೀರಿನಡಿಯಲ್ಲೇ ಮಾಸಗಟ್ಟಳೆ ಕಾಲವಿದ್ದು ಧ್ರುವಗಳ ಕೆಳಗೆ, ಸಾಗರಗಳ ಕೆಳಗೆ, ಚಲಿಸುವ ವೇಳೆ ದಿಕ್-ನಿರ್ಣಯ ಮತ್ತು ಅವರವರ ಸ್ಥಾನನಿರ್ದೇಶನಕ್ಕೆ ಹೊಸತೊಂದು ವಿಧಾನವೊಂದು ಅವಶ್ಯವೆನಿಸಿದುದರಲ್ಲಿ ಆಶ್ಚರ್ಯವೇನೂ ಇಲ್ಲ.

ಭೂಮಿಯ ಅಕ್ಷಾಂಶ ಮತ್ತು ರೇಖಾಂಶಗಳನ್ನು ಆಧರಿಸಿ, ಒಂದು ಸ್ಥಳದ ಸ್ಥಾನನಿರ್ದೇಶವು ಸುಲಭವೇ. ಇಂಥ ಡಿಗ್ರಿ ಅಕ್ಷಾಂಶ, ಇಂತಿಷ್ಟು ಡಿಗ್ರಿ ರೇಖಾಂಶದ ಸ್ಥಾನದಿಂದ ಹೊರಟ ನಾವೆಯೊಂದು

ಇಂಥ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಇಂತಿಷ್ಟು ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸಿತೆಂದಿಟ್ಟುಕೊಂಡಾಗಲೋ ಅನಂತರದ ಯಾವ ಕ್ಷಣದಲ್ಲೂ ಅದರ ಸ್ಥಾನವನು ನಿರ್ಣಯಿಸಬಹುದು. ಇದೇನೂ ಕಷ್ಟದ ಎಣಿಕೆಯಲ್ಲ; ಸುಲಭ ಗಣಿತ ದಿಂದಲೇ ನಿರ್ಣಯಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾದ ವಿಚಾರ. ಆದರೆ, ಈಗ ನಾವು ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸುವ ಜಡತ್ವೀಯ ನಿರ್ದೇಶವು ಅತ್ಯಂತ ನೂತನವಾಗಿರುವಂತೆಯೇ, ಅತಿ ಕ್ಲಿಷ್ಟವೂ ಆಗಿರುವ ವಿಧಾನವಾಗಿದೆ.

ಚಲನೆಯು ಮುಖ್ಯ ಎರಡು ವಿಧ: ಸ್ಥಾನಾಂತರ ಚಲನೆ, ಮತ್ತು ಭ್ರಮಣ. ಸ್ಥಾನಾಂತರವೋ ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಾಗಬಹುದು. ಅಂದರೆ, ಸರಳರೇಖೆಯಲ್ಲೇ ಜರಗಬಹುದು, ಇಲ್ಲವೆ ವಕ್ರರೇಖೆಯಲ್ಲಿ,ಪ್ರತಿ ಕ್ಷಣಕ್ಕೂ ಎಂಬಂತೆ, ದಿಕ್ಕು ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತಲೇ ಇರಬಹುದು. ಭ್ರಮಣದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾನಾಂತರವೇನೂ ಇಲ್ಲ. ಮೊದಲನೆ ವಿಧದ ಚಲನೆಯನ್ನು ಅಳೆಯುವಸಾಧನವನ್ನು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಮಾಪಕ(Accelerometer) ವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ, ಭ್ರಮಣವನ್ನಳೆಯುವ ಸಾಧನವನ್ನು ಗೈರೋಸ್ಕೋಪ್ (Gyroscope) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

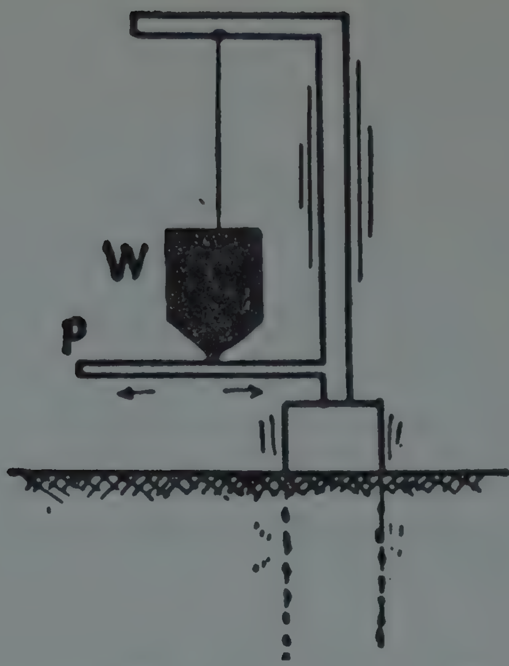
ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಕಮಾಪವು ಅವಶ್ಯವಾಗಿಯೂ ಬಲಗಳನ್ನಳೆಯುತ್ತದೆ. ನಿಮ್ಮ ಮೋಟರ್‌ಕಾರು ಗಳ ಸೈಕ್ಲೋಮಿಟರ್ (Cyclometer) ಮತ್ತು ಭೂಕಂಪನಗಳ ಲೇಖಕ (Seismograph) ಇವೆರಡೂ ಮೊದಲ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ಸೇರಿದ ಉಪಕರಣಗಳು. ಇವುಗಳು ಹೇಗೆ ವೇಗಗಳನ್ನಳೆಯುತ್ತವೆ?

ಇದನ್ನರಿತುಕೊಳ್ಳಲು ನ್ಯೂಟನನ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ನೆನಪಿಗೆ ತಂದುಕೊಳ್ಳುವ. ಸಕ್ರಮ ವೇಗದಿಂದ (Uniform Velocity) – ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ, ಎಂಥ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ಚಿಕ್ಕ ಸಮಯದ ಸಮಾನ ಅವಧಿಗಳಲ್ಲೂ ಸಮಾನ ದೂರಗಳನ್ನೇ ಕ್ರಮಿಸುವ ವಸ್ತು ತನ್ನಂತೆಯೇ ಈ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳ ಲಾರದು; ಸ್ಥಿರವಾಗಿದ್ದರೆ, ಅದು ಚಲಿಸಲಾರದು. ಭೂಮಿಗೆ ಅಂಟಿಕೊಂಡು, ಘರ್ಷಣೆಯ ಬಲವು ಇದ್ದೇ ಇದೆ. ಇದರ ಕಾರಣ ಘರ್ಷಣೆಯ ಬಲವು ಸಮಚಲನೆಯನ್ನು ತೋರಗೊಡಲಾರದು. ಆದರೆ ಭೂಮಿ ಯಿಂದ ಗಂಟೆ ಒಂದರ 18,000 ಮೈಲು ವೇಗದಿಂದ ಭೂಮಿಯ ಅಂತರಿಕ್ಷದ ಹೊರಕ್ಕೆ ಹಾರಿದ ಗಗನಯಾತ್ರಿಕರಾದರೋ ಇಂಥ ಸಮಚಲನೆಯನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಅನುಭವಿಸಬಲ್ಲರು; ಕಾರಣ, ಅವರು ಚಲಿಸುವಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿ, ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಘರ್ಷಣೆ ಎಂಥ ಪ್ರತಿಭಟನೆಯನ್ನೂ ತೋರದು; ಇದರ ವರ್ತುಲಪಥಕ್ಕಾದರೋ ಇಂಥ ಪ್ರತಿಭಟನೆಯೇನೂ ಕಾರಣವಾಗಿರದೆ, ಕೇವಲ ಭೂಮಿಯ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯು ಕಾರಣವಾಗಿದೆ. ಹೀಗೆ ಚಲಿಸಲಾರಂಭಿಸಿದೊಡನೆ, ಇವರು ಇಂಜಿನುಗಳನ್ನು ನಡೆಸಬೇಕೆಂತಲೇ ಇಲ್ಲ; ತನ್ನಂತೆಯೇ ಇದರ ಚಲನಶಕ್ತಿಯು ಏನೇನೂ ವ್ಯಯವಿಲ್ಲದೇನೇ ಸಾಗಬಲ್ಲುದು.

ಹೀಗೆ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುವ ವಸ್ತು ತನಗೆ ತಾನೇ ಉತ್ಕರ್ಷಿತವಾಗಿ ಉತ್ಕರ್ಷಿತಚಲನೆಯನ್ನೋ, ಸಮಚಲನೆಯನ್ನೋ ತೋರದು, ಇದನ್ನು ಜಡತ್ವವೆನ್ನುತ್ತೇವೆ, ಜಡತ್ವವು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಸೂಚಕವೇ ಇದೆ ಎಂದರೂ ಉತ್ಪ್ರೇಕ್ಷೆ ಇಲ್ಲ. ದೊಡ್ಡ ಟ್ರಕ್ಕೊಂದರ ತೂಕವೂ ಹೆಚ್ಚು, ಜಡತ್ವವೂ ಹೆಚ್ಚೇ. ಅಂತೂ ಇದರಿಂದ ಎರಡನೆಯ ನಿಯಮವು ಅನುಮಾನಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ, ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಹೇರಲಾ ಗುವ ಬಲವಾದರೋ ಅದು ತೋರುವ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ, ವೇಗಗಳ ಲಬ್ಧಕ್ಕೆ ಅನುಪಾತಿಕವಾಗಿದೆ. ಇಲ್ಲವೆ,

ಬಲ (f) = ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ (m) x ಉತ್ಕರ್ಷ (a)

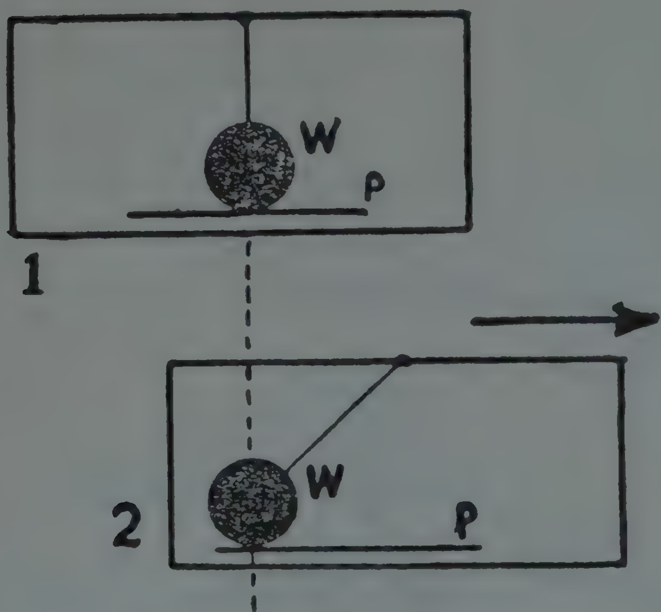
ಭೂಮಿಯು ತನ್ನ ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತಲೂ ಭ್ರಮಿಸುತ್ತಲಿದೆಯಷ್ಟೆ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ಭೂಚಲನೆ ಯಿಂದ ಸ್ವತಂತ್ರವಾದ ಚಲನೆಯು ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿರಲಾರದು ಎಂಬುದು ಹೊರತೋರಿಕೆಗೇನೂ ಸ್ವಯಂ ವೇದ್ಯದಷ್ಟೇ ಸುಲಭವಾಗಿ ಹೊಳೆಯುತ್ತದೆ. ಆದರೆ, ಭೂಕಂಪಲೇಖಕ ಇಂಥ ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯವನ್ನು ತೋರುವ ಒಂದು ಸಾಧನ. ಚಿತ್ರ 136 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ ಇಂಥ ಭೂಕಂಪಲೇಖಕದಲ್ಲಿ ಅತಿ ಭಾರ ವಾದ ನೆಟ್ಟಗಿನ ಕಬ್ಬಿಣದ ದಡೆಯೊಂದನ್ನು ಭೂಮಿಯೊಳಗೆ 100–200 ಅಡಿ ಆಳಕ್ಕೆ ಹುಗಿದಿಡ ಲಾಗಿದೆ. ಇಷ್ಟು ಆಳದ ತನಕ ಹುಗಿದಿಡಲಾದ ದಡೆಯಾದರೋ, ಭೂಮಿಯ ಕಂಪನದಿಂದ ತಾನೂ ಕಂಪಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ದಡೆಯಲ್ಲಿ ಅತಿ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಕ್ಷಿತಿಜಕ್ಕೆ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿರುವ ಸರಳೊಂದು, ಅದರ



ಚಿತ್ರ; 136 ಭೂಕಂಪ ಲೇಖನ

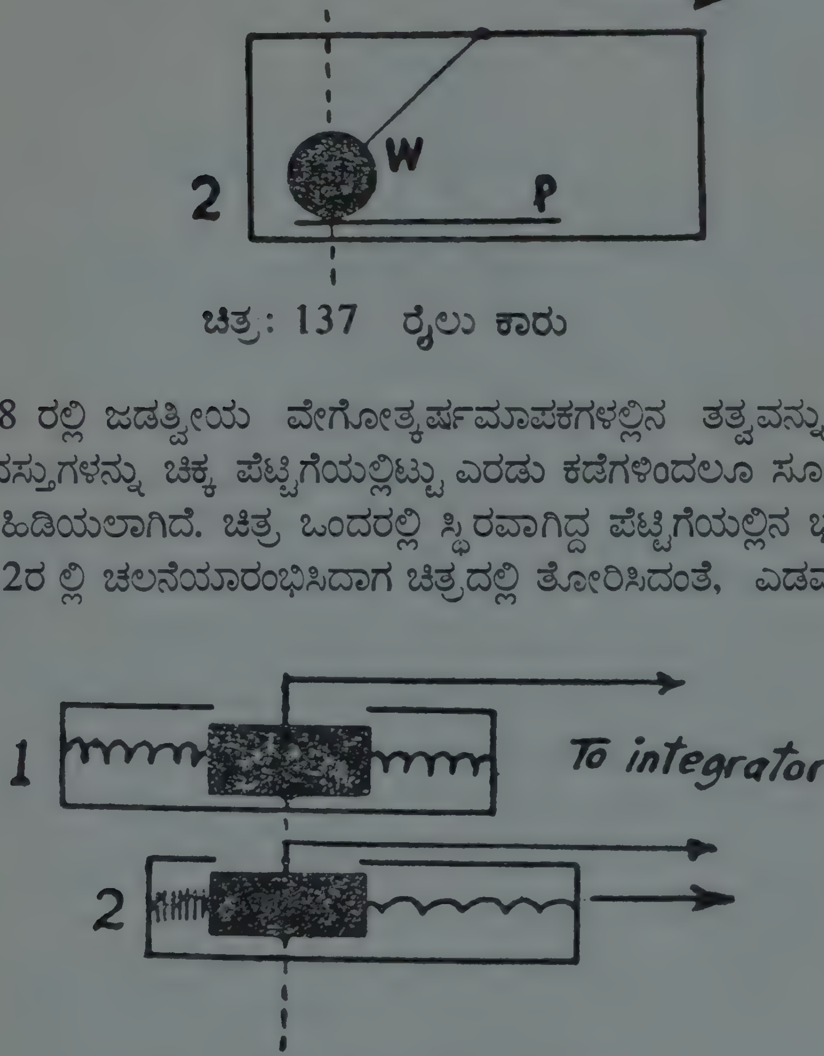
ಕೆಳಕ್ಕೆ ತುಸು ದೂರದಲ್ಲಿ ಅಗಲವಾದ ವೇದಿಕೆ ಇನ್ನೊಂದು,ಹೀಗೆ ಇವೆ. ಸರಳಿನಿಂದ ದೊಡ್ಡ ಭಾರವನ್ನು ತಂತಿಯೊಂದರಿಂದ ತೂಗುಹಾಕಲಾಗಿದೆ, ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ ಇದು ವೇದಿಕೆಯ ಮೇಲೆ ಕುಳಿತಿದೆ. ಭೂಮಿಯು ಕಂಪಿಸುವಾಗ, ದಡೆ, ಮತ್ತು ದಡೆಯಲ್ಲಿನ ಸರಳು ಮತ್ತು ವೇದಿಕೆಗಳೆಲ್ಲವೂ ಕಂಪಿಸುತ್ತವೆ. ಆದರೆ, ತನ್ನ ಅಪಾರ ಜಡತ್ವದ ಕಾರಣದಿಂದ W ಕಂಪಿಸಲಾರದು. ಇದಕ್ಕೆ ಚಿಕ್ಕ ಲೇಖನಿಯ ಕುಂಚವೊಂದನ್ನು ಅಂಟಿಸಲಾಗಿದ್ದು, ಇದರ ಕೆಳಗಡೆ ವೇದಿಕೆ ಕಂಪಿಸುವಾಗಲೋ ಅದರ ಮೇಲೆ ಕುಂಚವು ಒಂದು ವಕ್ರರೇಖೆಯನ್ನಳೆಯುವುದು. ಈ ವಕ್ರರೇಖೆಯು ಅವಶ್ಯವಾಗಿ ಭೂಮಿಯ ಕಂಪನಗಳನ್ನೇ ಲೇಖಿಸುವುದು ಎಂದರೆ ತಪ್ಪೇನೂ ಇಲ್ಲ. ಇಲ್ಲಿನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಕುಂಚ ಇಲ್ಲವೆ ಲೇಖನಿಯು ಸ್ಥಿರವಿದ್ದು, ಲೇಖನಿಯು ಕಂಪಿಸಿದಾಗ ಹೇಗೆ ಅದರ ಕಂಪನಗಳನ್ನು ವಕ್ರರೇಖೆ ಚಿತ್ರಿಸುವುದೋ, ಹಾಗೆಯೇ ಲೇಖನಿಯನ್ನು ಸ್ಥಿರವಾಗಿಟ್ಟು ವೇದಿಕೆಯನ್ನು ಅಲುಗಿಸಿದಾಗ, ಅಲುಗುವಿಕೆಯ ಚಿತ್ರಣವು ಅಂಥದೇ ವಕ್ರರೇಖೆಯಿಂದ ವ್ಯಕ್ತವಾಗುವುದು. ಇನ್ನು ಈ ಅವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ W ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿದೆ, ಭೂಮಿಯ ಕಂಪನಗಳು ಇದರ ಮೇಲೆ ಯಾವ ಪರಿಣಾಮವನ್ನೂ ತೋರದೆ ಇರುವ ಕಾರಣ, ಇದು ನಿಜಕ್ಕಾದರೂ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಮಾಪಕವೇ ಆಗಿದೆ.

ಈಗಲೋ ಚಿತ್ರ 137 ನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ. ಇದು ಹೊರ ಸಂಪರ್ಕವನ್ನೆಲ್ಲ ಕಳೆಯುವಂತೆ, ಕಿಟಕಿ, ಕದಗಳನ್ನೆಲ್ಲ, ಮುಚ್ಚಿರುವ ರೈಲು ಕಾರು. ಇದರೊಳಗೆ ಭಾರವಾದ Wನ್ನು ತೂಗಹಾಕಿದ್ದು, W ತಾನು ಒಂದು ವೇದಿಕೆಯ ಮೇಲೆ ವಿರಮಿಸಿದೆ. ಮೊದಲನೆಯ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಂತೂ ಯಾವ ಚಲನೆಯೂ ಇಲ್ಲದೆ W ವೇದಿಕೆಯ ಮೇಲೆ ವಿರಮಿಸಿದೆ. ತೂಗುಹಾಕಿದ ದಾರ, ಇಲ್ಲವೆ ತಂತಿಯೂ ಊರ್ಧ್ವವಾಗಿದೆ. ಚಿತ್ರ 2 ರಲ್ಲಿ ಚಲನೆಯು ಆರಂಭವಾಗಿದೆ, ಆದರೆ ಕಾರು ಮುಂದೆ ಚಲಿಸಲು ಆರಂಭಿಸಿದರೂ ತನ್ನ ಜಡತ್ವದಿಂದ W ಮುಂದೆ ಚಲಿಸಲು ಒಡನೆಯೇ ಉಪಕ್ರಮಿಸುವುದಿಲ್ಲ; ಈ ಕಾರಣದಿಂದ, ಇದು ವೇದಿಕೆಯ ಎಡ ಭಾಗಕ್ಕೆ ಸರಿಯುವುದು. ಅಂತೂ ಇವೇ ಏಕ್ಸಲರೋಮೀಟರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ–ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಮಾಪಕಗಳಲ್ಲಿ–ಉಪಯುಕ್ತವಾಗಿರುವ ತತ್ತ್ವಗಳು.



ಚಿತ್ರ: 137 ರೈಲು ಕಾರು

ಚಿತ್ರ 138 ರಲ್ಲಿ ಜಡತ್ವೀಯ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಮಾಪಕಗಳಲ್ಲಿನ ತತ್ವವನ್ನು ವಿವರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಭಾರವಾದ ಗಟ್ಟಿವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಚಿಕ್ಕ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯಲ್ಲಿಟ್ಟು ಎರಡು ಕಡೆಗಳಿಂದಲೂ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್‌ಗಳಿಂದ ಅವನ್ನು ಎಳೆದು ಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆ. ಚಿತ್ರ ಒಂದರಲ್ಲಿ ಸ್ಥಿರವಾಗಿದ್ದ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯಲ್ಲಿನ ಭಾರದ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಚಿತ್ರಿಸಿದ್ದರೆ, ಚಿತ್ರ 2ರ ಲ್ಲಿ ಚಲನೆಯಾರಂಭಿಸಿದಾಗ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ, ಎಡಮಗ್ಗುಲಿನ ಸ್ಪ್ರಿಂಗು



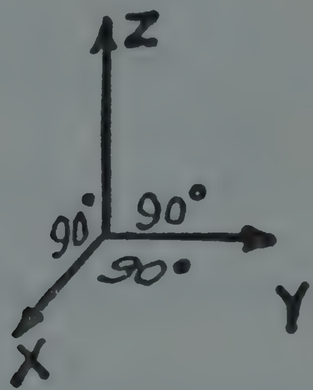
ಚಿತ್ರ: 138 ಉತ್ಕರ್ಷಮಾಪಕಗಳು

ಅಮುಕಲ್ಪಟ್ಟು, ಬಲಮಗ್ಗುಲಿನ ಸ್ಪ್ರಿಂಗು ಎಳೆಯಲ್ಪಡುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ ಭಾರವು, ಚಲಿಸಲುಪಕ್ರಮಿಸಿದೆ, ತನ್ನ ಜಡತ್ವದ ಕಾರಣ ಪ್ರತಿಭಟನೆಯನ್ನು ತೋರುತ್ತದೆ. ಇದರ ಫಲವಾಗಿ, ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಉಳಿದುಕೊಳ್ಳುತ್ತ ಹಿಂದಿನ (ಎಡಮಗ್ಗುಲಿನ) ಸ್ಪ್ರಿಂಗನ್ನು ಒತ್ತುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ಉಪಕರಣಗಳಿಂದ ವಿವರ್ಧಿಸಿಕೊಂಡು ಅಳೆಯುವ ಸಾಧನಗಳೇ ಇಂದಿನ, ಅತ್ಯಾಧುನಿಕ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಮಾಪಕಗಳು. ಇಂಥ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ಸಾಧನವನ್ನು ಇಂಟೆಗ್ರೇಟರ್ (Integrator) ಎನ್ನುವುದಿದೆ.

ಭೂಮಿಯು ಚಪ್ಪಟೆಯಾಗಿದ್ದು, ಸಾಕಷ್ಟು ನಯವಾದ ಮೈಯುಳ್ಳದ್ದಾದರೆ, ಜಡತ್ವೀಯ ನಿರ್ದೇಶನವು ಅತಿ ಸುಲಭವಾಗುತ್ತಲಿತ್ತು – ಮಕ್ಕಳಾಟವೆನಿಸುತ್ತಲಿತ್ತೋ ಏನೋ! ಆದರೆ, ತಲವು ವಕ್ರವಾಗಿದೆ.

ಗೋಲದ ಮೈಯಾಗಿದೆ; ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯೂ ಎಲ್ಲೆಡೆಗಳಲ್ಲೂ ಕೇಂದ್ರದತ್ತ ಎಳೆಯುವಂಥ ಬಲವಾಗಿರುವ ನಿಮಿತ್ತ, ಇನ್ನೊಂದು ತಲದ ಚಲನೆಯನ್ನು – ಭ್ರಮಣವನ್ನು – ನಾವು ಗ್ರಹಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಇಂಥ ಸಾಧನಗಳನ್ನು ಗೈರೋಸ್ಕೋಪ್ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ (Gyroscope).

ಇಂಥ ಸಾಧನಗಳು ಯಾವುವೇ ಇರಲಿ, ಸುತ್ತಲಿನ ದೇಶದಲ್ಲಿನ ವ್ಯಾಪ್ತಿ, ಗತಿ, ಗತಿಯ ವೇಗ ಮೊದಲಾದುವುಗಳನ್ನು ಅರಿತುಕೊಳ್ಳಬೇಕಾದರೆ, ವಸ್ತುವಿನ ಪರಸ್ಪರ ಲಂಬವಾದ ಮೂರು ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿನ ವ್ಯಾಪ್ತಿ ಮೊದಲಾದುವುಗಳನ್ನರಿತುಕೊಳ್ಳುವುದು ಅತ್ಯವಶ್ಯ. ಪೂರ್ವದಿಂದ ಪಶ್ಚಿಮಕ್ಕೆ, ಹಾಗೂ ದಕ್ಷಿಣದಿಂದ ಉತ್ತರಕ್ಕೆ, ಮತ್ತು ಅಲ್ಲೇ ನೆಟ್ಟಗೆ ಮೇಲಕ್ಕೆ, ಕೆಳಕ್ಕೆ ಚಿತ್ರ 139 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ, ವಸ್ತುವಿನ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯು ಹೀಗಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು, ಮೂರು ಅಕ್ಷಗಳ –X, Y, Z, ಅಕ್ಷಗಳ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಎಳೆಯಲಾದ

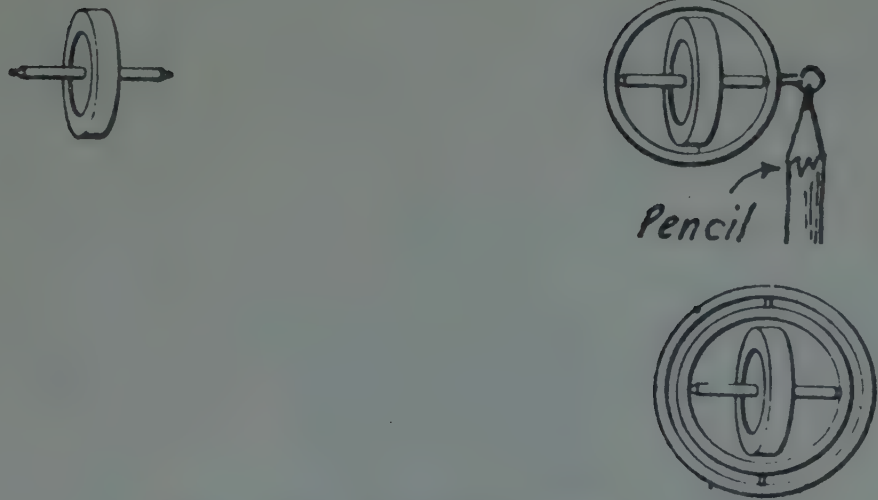


ಚಿತ್ರ: 139 ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷಗಳು

ನಿರ್ದೇಶಕಾಂಕಗಳು ಸೂಚಿಸುತ್ತವೆ. ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ಗಣಕಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಚಲಿಸುವ ವಸ್ತುವೊಂದರ – ಮುಖ್ಯ ಜಲಾಂತರ್ಗಾಮಿಯ —ಸ್ಥಾನವನ್ನು ನಾವು ಸುಲಭವಾಗಿ ನಿರ್ದೇಶಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು, ಕ್ಷಣ ಕ್ಷಣಕ್ಕೂ ಅದರ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಈ ನಿರ್ದೇಶಕಾಂಕಗಳ ಮೂಲಕ ತಿಳಿದರೆ, ಅದರ ವೇಗವನ್ನೂ ಗುಣಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಇಲ್ಲದೆಹೋದರೆ, ಇದಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ ಜಲಾಂತರ್ಗಾಮಿಯ ವೇಗವನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಂಡರೆ ಇದರ ನಿರ್ದೇಶಕಾಂಕಗಳನ್ನೂ ತಿಳಿದು ಯಾವ ಕ್ಷಣದಲ್ಲೂ – ಸಮಯವನ್ನೂ ಉತ್ತಮ ಹಾಗೂ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಸಮಯಮಾಪಕಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಅಳೆದು, ಅದರ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಗುಣಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

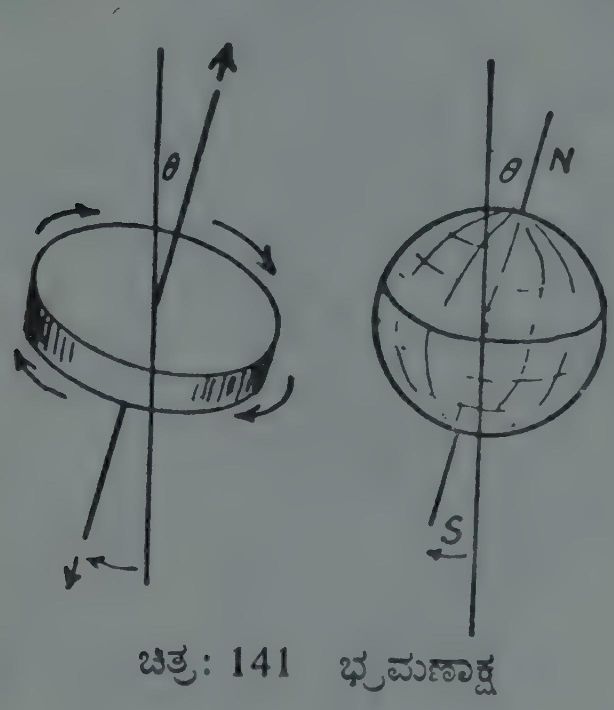
ಚಿತ್ರದ X ಮತ್ತು Y ಅಕ್ಷರಗಳು ಕ್ಷಿತಿಜದ ತಲದಲ್ಲೇ ಇದ್ದರೂ, Z ಅಕ್ಷವು ಲಂಬವಾಗಿದ್ದು ಊರ್ಧ್ವದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ, ಅಂದರೆ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿದೆ. ಹೀಗೆ X ಮತ್ತು Y ಗಳ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿನ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಮಾಪಕಗಳು ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ, ನಿಖರವಾಗಿ ವೇಗಗಳನ್ನು ಗುಣಿಸಿದರೂ, ತಮ್ಮ ಕಾರ್ಯಗಳನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸಿದರೂ, ದಿಕ್ಕಿನ ಮಾಪಕವು ಹೀಗೆ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸಲಾರದು, ಕಾರಣ, ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯು ಇದರ ಮೇಲೆ ತನ್ನ ಪ್ರಭಾವವನ್ನು ಬೀರುತ್ತಲೇ ಇದೆ. ಹೀಗಿದ್ದ ಬಳಿಕ, ಇದರ ಪ್ರಭಾವವನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಿಯೇ ನಾವು ವೇಗ, ಉತ್ಕರ್ಷ ಮೊದಲಾದುವುಗಳನ್ನು ಅಳೆದರೆ, ಸ್ಥಾನನಿರ್ದೇಶ ದಿಕ್‌ನಿರ್ದೇಶಗಳು ಸಮಂಜಸವೆನಿಸಿಯಾವು.

ಚಿತ್ರ 140 ರಲ್ಲಿ ಗೈರೋಸ್ಕೋಪನ್ನು – ಇದರ ತತ್ವಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಗೈರೋಸ್ಕೋಪಿನ ಚಲನೆಯೆಂದರೆ, ಅತ್ಯಾಶ್ಚರ್ಯಕರವಾದ ಚಲನೆಯೇ. ಒಂದು ಪೆನ್ಸಿಲಿನ ಮೊನೆಯಲ್ಲಿ ನೀವು ಗೈರೋಸ್ಕೋಪನ್ನು ಆಧರಿಸಿದರೂ ಇದು ಉರುಳುವುದಿಲ್ಲ; ಬೀಳುವಂತೆ ಕಂಡರೂ, ಬೀಳುವುದಿಲ್ಲ. ಇದನ್ನು ಚಿತ್ರ 140 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಹಾಗಾದರೆ ಇಲ್ಲಿನ ತತ್ವವೇನು? ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತಲೂ



ಚಿತ್ರ: 140 ಭ್ರಮಿಸುವ ಗಾಲಿ

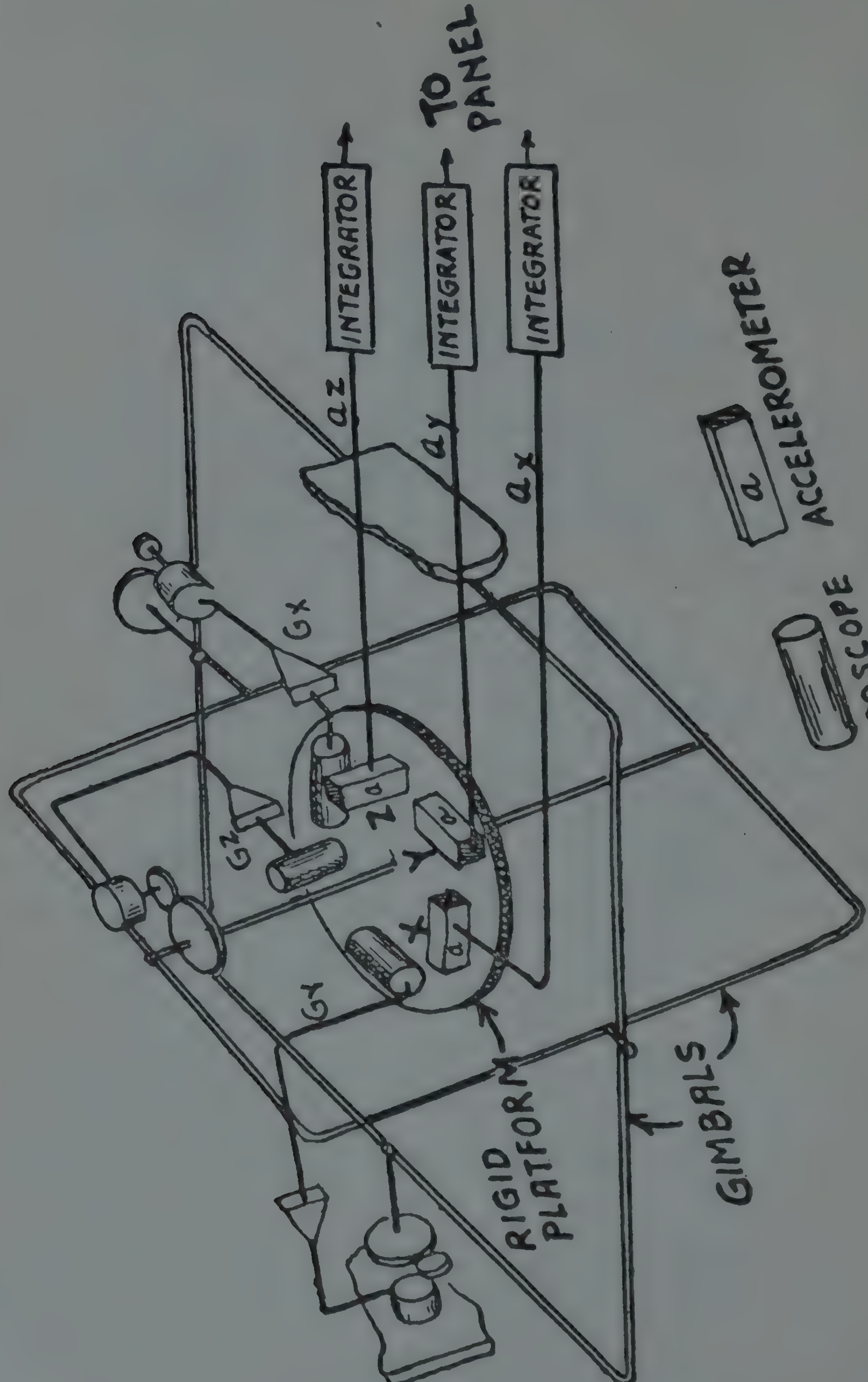
ಭ್ರಮಿಸುವ ವಸ್ತು ತನ್ನಂತೆಯೇ ಎಂಬಂತೆ, ಈ ಅಕ್ಷವನ್ನು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲೇ ಸ್ಥಾಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು; ಥಕ್ಕನೆ ಆಗಲೀ, ಎಳ್ಳಷ್ಟೂ ಆಗಲೀ, ಈ ದಿಕ್ಕಿನ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು, ಅದು ಸಹಿಸದು. ಮೊರ ತೋರಿಕೆಗೇನೋ ಇದು ಆಶ್ಚರ್ಯಕರ, ಅಸಂಭವವೆನಿಸಿದರೂ, ಇದು ಸತ್ಯವಾಗಿದೆ.



ಚಿತ್ರ: 141 ಭ್ರಮಣಾಕ್ಷ

ಚಿತ್ರ 141 ನ್ನು ನೋಡಿರಿ. ಇದರಲ್ಲಿ ಭಾರವಾದ ಚಿತ್ರವೊಂದು ತನ್ನ ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತಲೂ ವೇಗವಾಗಿ ಭ್ರಮಿಸುತ್ತಲಿದೆ. ಇದರ ಭ್ರಮಣಾಕ್ಷವು ಸ್ಥಿರವಾಗಿಯೇ ಉಳಿಯುತ್ತದೆ. ಈ ಅಕ್ಷವನ್ನು ಸ್ಥಿರ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲೇ, ಅದೃಶ್ಯ ಆಕರ್ಷಕ ಧ್ರುವವೊಂದು ಎಳೆದು ಹಿಡಿದಿದೆಯೇ ಎಂಬ ಭಾವನೆಯು, ನಮ್ಮ ಮನಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ, ಇದನ್ನು ನೋಡಿದಾಗ ಉದಿಸುತ್ತದೆ. ಇಷ್ಟೇ ಏಕೆ? ನಮ್ಮ ಭೂಮಿಯೂ ಕೂಡ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಗೈರೋಸ್ಕೋಪ್ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದರ ಭ್ರಮಣಾಕ್ಷವು ಸ್ಥಿರದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲೇ ಇದೆ, ಇನ್ನು ಮುಂದೆಯೂ ಇರುವಂಥದೇ. ಅಂತೂ ಗೈರೋಸ್ಕೋಪುಗಳ ಈ ತತ್ವವೇ ನಾವೆಗಳ, ಜಲಾಂತರ್ಗಾಮಿಗಳ ಚಲನೆಯ ದಿಕ್ಕನ್ನೂ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರಿಸಲು ಸಹಕಾರಿಯಾಗಿದೆ. ಇಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಈಗ ನಾವು ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸುತ್ತಲಿರುವ

ಜಡತ್ವೀಯ ನಿರ್ದೇಶ ಮತ್ತು ದಿಕ್‌ನಿರ್ಣಯಗಳಲ್ಲೂ ಈ ತತ್ವವೇ ಪ್ರಧಾನವಾಗಿದೆ. ದೊಡ್ಡ ಮೂರು ಗೈರೋಸ್ಕೋಪುಗಳನ್ನು ಪರಸ್ಪರ ಲಂಬವಾದ ಮೂರು ಅಕ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಭ್ರಮಣಗೊಳಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರ 142 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿದಂತೆ X, Y ಮತ್ತು Z ಗಳು ಈ ಮೂರು ಅಕ್ಷಗಳು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಮೊದಲ ಎರಡು



ಚಿತ್ರ: 142 ಜಡತ್ವ ದಿಕ್ಸೂಚಿ

Fig. 142

ಕ್ಷಿತಿಜತಲದಲ್ಲಿ ಪರಸ್ಪರ ಲಂಬವಾಗಿಯೂ, ಉಳಿದೊಂದು ಊರ್ಧ್ವತಲದಲ್ಲಿ–ಊರ್ಧ್ವ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ–ಇದ್ದು, ಜಲಾಂತರ್ಗಾಮಿ, ಇಲ್ಲವೆ ನಾವೆಯು ಎತ್ತ ಚಲಿಸುತ್ತಲಿದ್ದರೂ, ಇವೇನೂ ಬದಲಾಗಲಾರವು. ಇವುಗಳ ನಡುವೆ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ ಭದ್ರವಾಗಿ ಆನಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ವೇದಿಕೆಯೊಂದಿದೆ. ಈ ವೇದಿಕೆಯೋ ತಾನೂ ನಾವೆಯ ಚಲನೆಯ ದಿಕ್ಕು ಬದಲಾಗುತ್ತಲೇ ಇದ್ದರೂ ಕೂಡ, ಸ್ಥಿರ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲೇ ಇದ್ದು, ಆದಕ್ಕೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿಯೇ ಎಂಬಂತೆ, ಮೂರು ಪ್ರಧಾನ ಅಕ್ಷಗಳಿಗೆ ಸಮಾನಾಂತರವಾದ ಗತಿ, ಗತಿಯ ಉತ್ಕರ್ಷಾದಿಗಳನ್ನು ಎಣಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಬರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ, ಈ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ಇದರಲ್ಲಿ ಮೂರು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಮಾಪಕಗಳನ್ನಿಟ್ಟು, ಅವುಗಳೊಳಗಿನ ಮೂರು ಭಾರಗಳ ಚಲನವಲನಗಳನ್ನು ಇಂಟೆಗ್ರೇಟರ್‌ಗಳ ಮೂಲಕ ಅರಿತುಕೊಳ್ಳಲು, ಅಳೆದುಕೊಳ್ಳಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಹೊರಟ ಸ್ಥಾನ ಮತ್ತು ಸಮಯದ ನಿಖರ ಅಳತೆ ಇವೆರಡು ಸರಿಯಾಗಿ, ನಿಖರವಾಗಿ ತಿಳಿದಿದ್ದರೆ, ದಿಕ್‌ನಿರ್ಣಯ ಮತ್ತು ಸ್ಥಾನನಿರ್ಣಯಗಳೆರಡೂ ಸುಲಭವೇ.

ಇಲ್ಲಿ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿರುವ ಇಂಟೆಗ್ರೇಟರ್‌ಗಳು ಅತ್ಯಂತ ಸೂಕ್ಷ್ಮೋಪಕರಣಗಳು. ಅಲ್ಲದೆ, ಇವುಗಳೊಡನೆ ಜತೆಗೂಡಿಸಿದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ಉಪಕರಣಗಳೂ ಅತ್ಯಂತ ನಿಖರವಾದ ಸಾಧನಗಳು. ಅಂತೂ ತಾತ್ವಿಕವಾಗಿ ಕೇವಲ ನ್ಯೂಟನನ ನಿಯಮಗಳನ್ನಾಧರಿಸಿರುವ ಈ ಸಾಧನವು ಸಮುದ್ರ, ಸಾಗರಗಳ ಗಹನಾಂತರಾಳಗಳಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನಷ್ಟೇ ಸುಲಭವಾಗಿ, ಸರಳವಾಗಿ, ತನ್ನ ಕಾರ್ಯವನ್ನೆಸಗಬಲ್ಲುದು. ಅಂತೂ ಈ ಮೂರು ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ ಗಿಂಬಾಲ್‌ಗಳ (gimbals) (ಇದನ್ನು ಚಿತ್ರ 140ರಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಲಾಗಿದೆ) ಚುರುಕಾದ – ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ – ಭ್ರಮಣದಿಂದ ನಾವೆಯ ಸ್ಥಳನಿರ್ದೇಶವು ಅತಿ ಸುಲಭವೆನಿಸುತ್ತದೆ.

ಇಲ್ಲಿನ ವಿವರಣೆಯಾದರೋ ಅತ್ಯಂತ ಸರಳವಾದುದು; ಉಪಕರಣದ ರೂಪರೇಷೆಗಳನ್ನಷ್ಟೇ ಒದಗಿಸಿರುತ್ತದೆ. ದಿನದಿನಕ್ಕೂ ಇದರಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ, ಸುಧಾರಣೆಗಳು ನಡೆಯುತ್ತಲೇ ಇವೆ. ಇವನ್ನೆಲ್ಲ ಎಂದರೆ ಇಂದಿನ ಪೂರ್ಣ ಸುಧಾರಣೆಗಳನ್ನು ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಲು, ಪುಟಗಟ್ಟಳೆ ಪುಸ್ತಕಗಟ್ಟಳೆ ಬರೆಯಬೇಕಾಗಬಹುದು. ಅಂತೂ, ಈ ಕ್ರಮವು – ಜಡತ್ವೀಯನಿರ್ದೇಶ ವಿಧಾನವು—ಆರಂಭವಾಗಿ, ಸೂಕ್ತ, ನಿಖರಕ್ರಮವೆಂದು ಸಂಗ್ರಹಿಸಲ್ಪಟ್ಟು ಎರಡು ದಶಕಗಳು ದಾಟಿಲ್ಲವಾದರೂ, ಇಷ್ಟರಲ್ಲೇ ಅದ್ಭುತ ಪ್ರಗತಿಯು ಈ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಈ ಕ್ರಮವು ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಹಾಗೂ ಸೂಕ್ತವೆಂದು ಗ್ರಹಿಸುವಷ್ಟು ಪ್ರಚುರವಾಗಿದೆ.

ಅನುಬಂಧ

ಪಾರಿಭಾಷಿಕ ಶಬ್ದಗಳ ಸೂಚಿ

(Glossary of Scientific Terms)

ವಿ. ಸೂ: ಇಲ್ಲಿ ಶಬ್ದಗಳನ್ನು 'ಅ'ಕಾರಾದಿಯಾಗಿ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಶಬ್ದಗಳು ಬಂದಿರುವ ಸರದಿಯಲ್ಲೇ ಇವು ಇರುತ್ತವೆಯೇ ವಿನಾ, ನಿಘಂಟಿನಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಇಲ್ಲ. ದಯವಿಟ್ಟು ಇದನ್ನು ಗಮನಿಸಿರಿ.

ಅ

ಅಳತೆ (measurement)
ಅಳತೆಯ ಮಾನ (unit of—)
ಅಳತೆಯ ಪ್ರಮಿತ (standard of—)
ಅಳತೆಯ ಶಾಸ್ತ್ರ (metrology)
ಅಣು (molecule)
ಅಣುಗಳ ಚಲನೆ (molecular motion)
ಅಣುಗಳ ಹಂಚಿಕೆ (distribution of—)
ಅವಸ್ಥೆ (state)
ಅಮೋನಿಯಾ (ammonia)
ಅಮುಕಾಟ, ಪೀಡನೆ (thrust)
ಅನಿಲ (gas)
ಅವಕಾಶ (volume, capacity)
ಅಸ್ಥಿರ (unstable)
ಅವಕಲನ (differential calculus)
ಅಶ್ವಸಾಮರ್ಥ್ಯ (horse power)
ಅಚ್ಚುಗಾಲಿ (wheel and axle)
ಅಚಾಲಕ, ಅವಾಹಕ (non-conductor)
ಅಕ್ಷರ ಜೋಡಣೆಯಾಟ (anagram)
ಅವಧಿ (period)
ಅರ್ಗ್ (erg)
ಅಧಿಕತಮ (maximum)
ಅಧಿಪತನ (incidence)
ಅಧಿಪತಿತ (incident)
ಅಲೆ (wave), (ತರಂಗ)
ಅಧಿಸ್ವರ (overtone)
ಅನುನಾದ, ಅನುರಣನೆ (resonance)
ಅಷ್ಟಕ (octave)
ಅಶ್ರಗ (ಪ್ರಿಸ್ಮ್) (prism)
ಅಕ್ಷ (axis)
ಅವ್ಯವಸ್ಥೆ (disorder)
ಅಯಾನು (ion)
ಅಯಾನುವಲಯ (ionosphere)
ಅಯಸ್ಕಾಂತ (magnet), ಕಾಂತ
ಅರ್ಧವಾಹಕ (semi-conductor)
ಅಪರಿಚಾಲಕ, ಅವಾಹಕ (non-conductor)
ಅನಂತ (infinite)
ಅನ್ವೇಷ್ಟನ (envelope)
ಅಧಃಶೀರ್ಷ (inverted)
ಅಪಸೃತ ಹೊಂದು (diverge)
ಅತಿನೇರಳೆ (ultraviolet)
ಅಭಿವ್ಯಾಪನೆ (diffusion)
ಅಣುವಿಕ ಕಾಂತ (molecular magnet)
ಅಸಂಸಕ್ತ (noncoherent)

ಆ

ಆಂಗ್‌ಸ್ಟ್ರಾಮ್ (angstrom)
ಆವಿ, ಬಾಷ್ಪ (vapour)
ಆರ್ದ್ರ (humid)
ಆರ್ದ್ರತೆ (humidity) ><ನಿರಾರ್ದ್ರತೆ
ಆಮ್ಲಜನಕ (oxygen)
ಆಕರ್ಷಣೆ (attraction)
ಆಕಾಶ (space)

ಆಕಾಶಬುಟ್ಟಿ, ಬೆಲೂನು (balloon)
ಆಕಾಶಗಂಗೆ (milky way)
ಆನುಪಾತಿಕ (proportional)
ಆವಿಷ್ಕಾರ (discovery)
ಆನಿಕೆ (fulcrum)
ಆಂದೋಲನ (oscillation)
ಆಂದೋಲನಾವಧಿ (period of oscillation)
ಆಂದೋಲನ ಪಾರ (amplitude of —)
ಆಸವನ (distillation)
ಆಂತರಿಕ (internal)
ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿಫಲನ (internal reflection)
ಆವೇಗ (momentum)
ಆವರ್ತ (alternate), ಪರ್ಯಾಯ
ಆರ್ದ್ರಕೋಶ (wet cell)
ಆರ್ಮೆಚರ್ (armature)
ಆಹತಿ (stroke), pump's
ಆರೋರಾ (aurora)
ಆರ್ಕಿಮಿಡಿಸ್ (Archimedes)

ಇ, ಈ

ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ (electron)
,, ನ ಚಾರ್ಜು, ವಿದ್ಯುದಂಶ (-ic charge)
,, ಕಕ್ಷೆ, ಪಥ ((orbit of—)
,, ಚಿಪ್ಪು (shell of—)
ಇಂಧನ (fuel)
ಇಂಗಾಲ (carbon)
ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ವಿಸರ್ಜನೆ (electron discharge)
ಇಂಟೆಗ್ರೇಟರ್ (integrator)
ಈಥರ್ (ether)

ಉ

ಉಷ್ಣ (heat)
ಉಷ್ಣತೆ (temperature) (ಕಾವು)
ಉಗಿ (steam)
ಉಗಿಯ ಟರ್ಬೈನು (steam turbine)
ಉಕ್ಕು (steel)
ಉದ್ವಾಹಕ (elevator)
ಉಪಗ್ರಹ (satellite)
ಉತ್ಕ್ರಮಣ ಹೊಂದು (reverse)
ಉನ್ನತಿ (elevation)

ಊ

ಊರ್ಧ್ವ (vertical)
ಊರ್ಧ್ವಾಕ್ಷ (vertical axis)
ಊರ್ಧ್ವತಲ (vertical plane)
ಊರ್ಧ್ವಶೀರ್ಷ (erect)

ಋ

ಋಣ (negative)
ಋಣ ಅಯಾನು (negative ion)
ಋಣ ವಿದ್ಯುದಂಶ (negative charge)
ಋಣ ವಿದ್ಯುತ್ (negative electricity)

ಎ, ಏ, ಐ

ಎಳೆತ (pull, tension)
ಎಳೆಗಳು (turns)
ಏಂಪೇರ್ (ampere)
ಏಂಗಲ್ (angle)
ಏಕಪಾರ್ಶ್ವತೆ, ಧ್ರುವೀಕರಣ (polarisation)
ಐಸೊಟೋಪು (isotope), ಸಮಸ್ಥಾನೀಯ
ಐಸ್‌ಲೇಂಡ್ ಸ್ಪಾರ್ (Iceland spar)
'ಐ' ಸೀಳು (I–section), ತೊಲೆಗಳು
ಐಕೊನೋಸ್ಕೋಪ್ (iconoscope)

ಒ, ಓ

ಒತ್ತಡ (pressure)
ಓಮ್ (Ohm)
,, ನ ನಿಯಮ (Ohm's law)

ಅಂ, ಅಃ

ಅಂಗಾರಕ, ಇಂಗಾಲ (carbon)

ಅಂತರ (distance)
ಅಂದಾಜು (approximate)
ಅಂತರ್ದಹನ ಇಂಜಿನ್ (internal combustion engine)
ಅಂತರಿಕ್ಷ (sky, atmosphere)

ಕ

ಕಿಲೋ (kilo, 1000)
ಕಿಲೋಮೀಟರ್ (kilometre)
ಕಿಲೋಗ್ರ್ಯಾಂ (kilogram)
ಕಿಲೋಲೀಟರ್ (kilolitre)
ಕಣ (particle)
ಕಾವು (temperature)
ಕರಗು (melt)
ಕೋಷ್ಟಕ (table)
ಕ್ವಥನ (boiling)
ಕಾಂಡ (column)
ಕಲನ (calculus)
ಕೇಂದ್ರಾಭಿಮುಖ (centripetal)
ಕೇಂದ್ರವಿಮುಖ (centrifugal)
ಕಾಂತ (magnet)
ಕಾಂತತ್ವ (magnetism)
ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರ (magnetic field)
ಕಾಂತ ಧ್ರುವ (pole of magnet)
ಕಾಂತ ಬಲರೇಖೆ (magnetic line of force)
ಕಾರ್ಯ, ಭೌತ (work)
ಕಾರ್ಯ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ (power)
ಕೀಲು (wedge)
ಕಚ್ಚುಗಾಲಿ (gear, ಗಿಯರ್)
ಕ್ಯಾಡ್ಮಿಯಂ (cadmium)
ಕೋಜ್ಯಾ (cosine ratio)
ಕಂಬಿ, ಬಣ್ಣಗಳೆ (pencil, beam)
ಕಿರಣ (ray)
ಕಿರಣಭಂಗ (refraction)
ಕಣವಾದ (corpuscular theory)
ಕ್ರಾಂತಿಕೋಣ (critical angle)
ಕೆಲರಿ (calorie)
ಕ್ಷಿಪಣಿ (missile)
ಕೋಣ (angle)
ಕೋಣಾಂತರ (angular distance)
ಕೋಶ (cell), ವಿದ್ಯುತ್
ಕೋಶ, ಸೌರ (solar cell)
ಕಿಲೋ ಕೆಲರಿ (kilo-calorie)
ಕುಗ್ಗು (contract)
ಕೇಂದ್ರಜ (evolute)
ಕಲಾಂತರ (out of phase)
ಕಂಪಾಸು (compass)
ಕಬ್ಬಿಣದ ರಜಗಳು (iron filings)
ಕವಾಟ (valve), ವಾಲ್ವ
ಕ್ರಮವೀಕ್ಷಣ (scanning)

ಖ

ಖಗೋಲ (celestial sphere)
,, ಧ್ರುವ (pole of—)
,, ಶಾಸ್ತ್ರ (astronomy)
,, ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞ (astronomer)
ಖಂಡ (segment)

ಗ

ಗಜ (yard)
ಗಜಕೋಲು (yardstick)
ಗಟ್ಟಿವಸ್ತು (solid), ಘನವಸ್ತು
ಗ್ರ್ಯಾಂ (gram)
ಗಾತ್ರ (volume, size)
ಗ್ರಹ (planet)
ಗುರುತ್ವ (gravitation)
ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆ (gravitational attraction)
ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಸಿದ್ಧಾಂತ (gravitational theory)
ಗುರುತ್ವಾಂಕ (gravitational constant)
ಗಿಯರ್ (gear, ಕಚ್ಚುಗಾಲಿ)

ಗಗನಯಾನ (space flight)
ಗುಪ್ತೋಷ್ಣ (latent heat)
ಗುಪ್ತೋಷ್ಣ ದ್ರವ್ಯ (latent heat of fusion)
ಗುಪ್ತೋಷ್ಣಬಾಷ್ಪ (latent heat of evaporation)
ಗೋಲ (sphere)
ಗೋಲೀಯದರ್ಪಣ (spherical mirror)
ಗುರು (Jupiter)
ಗೋಲೀಯ ವಿಪಥನ (spherical aberration)
ಗ್ರಿಡ್ (grid), ಜಾಲಕ
ಗೌಣ ಸುರುಳಿ (secondary coil)
ಗರ್ತ (crater)
ಗೀರು (groove)
ಗೈರೋಸ್ಕೋಪ್ (gyroscope)

ಘ

ಘನೈಕಮಾನ (cubic unit)
ಘಾತ (power)
ಘನಫಲ (volume)
ಘನವಸ್ತು (solid), ಗಟ್ಟಿವಸ್ತು
ಘರ್ಷಣೆ (friction)
ಘನೀಭವನ (solidification)
ಘ್ರಾಣೇಂದ್ರಿಯ (sense of smell)
ಘನಜ್ಯಾಮಿತಿ (solid geometry)
ಘೋಷ (intensity of sound)
ಘಂಟಾಪಾತ್ರೆ (bell jar)

ಚ, ಛ

ಚಕ್ರಜ (cycloid)
ಚಲನೆ (motion)
ಚಲನಕಲನ (calculus), ಕಲನ
ಚೈತನ್ಯ, ಶಕ್ತಿ (energy)
ಚೈತನ್ಯ, ಚಲನ (kinetic energy)
ಚೈತನ್ಯ, ಸ್ಥಾನ ಯಾ ಸ್ಥಿತಿ (potential—)
ಚದರ (square)
ಚೇನಲ್ (channel)
ಛಾಯಾಗ್ರಾಹಿ (camera)

ಜ

ಜ್ಯೋತಿ (light)
ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷ (light year)
ಜಡ (inert)
ಜಡತ್ವ (inertia)
ಜಲಜನಕ (hydrogen), ಹೈಡ್ರೊಜನ್
ಜಲಾಂತರ್ಗಾಮಿ (submarine)
ಜೆಟ್ (jet)
ಜೆಟ್‌ಯಾನ (jet flight)
ಜಾಲ (grid)
ಜೂಲ್ (joule)
ಜಡತ್ವೀಯ ದಿಕ್‌ನಿರ್ದೇಶ (inertial navigation)
ಜನರೇಟರ್ (generator), ವಿದ್ಯುದುತ್ಪಾದಕ
ಜಂತಿ (beam, girder), ತೊಲೆ
ಜಾಲರಿ (mesh)
ಜೀವಾಣುಶಾಸ್ತ್ರ (bacteriology)

ಟ

ಟೆಲಿಫೋನ್ (telephone), ದೂರಭಾಷಿಣಿ
ಟೆಲಿವಿಶನ್ (television), ಚಿತ್ರಪ್ರಸಾರ
ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರ್ (transistor)
ಟನಲ್ ಡಯೋಡ್ (tunnel diode)
ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫಾರ್ಮರ್ (transformer)
ಟ್ರಸ್ (truss)

ಡ

ಡೆಸಿ (desi-)
ಡೆಸಿಗ್ರಾಂ, ಮೀಟರ್, ಲೀಟರ್ ಇತ್ಯಾದಿ
ಡೀಗಳು (dees)
ಡಿಕ್ಕಿಹೊಡೆ (collide)
ಡ್ಯೂಟೇರಿಯಂ (deuterium)
ಡೋಲನ (oscillation)
ಡಿಗ್ರಿ (degree)
ಡಯೋಡ್ (diode)

ಡೈನಮೋ (dynamo)
ಡೇಶ್ (dash)
ಡೋಟ್ (dot)

ತ, ಥ

ತೂಕ (mass), ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ
ತುಲಾಯಂತ್ರ (physical balance)
ತಕ್ಕಡಿ (balance)
ತಿಕ್ಕಾಟ (friction), ಘರ್ಷಣೆ
ತೊಟ್ಟಿ (tank)
ತಿರುಗಣೆ, ಸ್ಕ್ರೂ (screw)
ತೀವ್ರತೆ (intensity), ಉಷ್ಣತೆಯ, ಬೆಳಕಿನ
ತೊಳೆ (paddle)
ತ್ರಿವಿಸ್ತೃತಿ (three dimension)
ತವರ (tin)
ತಾಪದೀಪ್ತಿಕಾರಕ (incandescent)
ತಟಸ್ಥ ಬಿಂದು (neutral point)
ತಿರುಪುದಂಡ (spindle)
ತರಂಗ (wave) (ಅಲೆ)
ತರಂಗಮಾನ, ದೂರ, ನೀಳ (wavelength)
ತಂತಿವಾದ್ಯ (stringed instrument)
ತಾರಸ್ವರ (high pitch sound)
ತುಲನೆ (comparison)
ತಿರ್ಯಕ್ (transverse), ಅಡ್ಡ
ತಿರ್ಯಕ್‌ತರಂಗ(ಅಡ್ಡಲೆ)(transverse wave)
ತರಂಗ, ದೀರ್ಘ (long wave)
ತರಂಗ, ಹ್ರಸ್ವ (short wave)
ತರಂಗದ ಉಬ್ಬು (crest of—)
,, ಬಾನೆ (trough of—)
,, ಆವೃತ್ತಿಸಂಖ್ಯೆ (frequency of—)
,, ಪಾರ (amplitude of—)
,, ವೇಗ (speed of—)
,, ಮುಖ (wave-front)
ತರಂಗಚಲನೆ (wave motion), ಬೆಳಕಿನ
ತರಂಗವಾದ (wave theory), ಬೆಳಕಿನ
ತತ್ವ (theory)
ತಾತ್ವಿಕಾನುಮಾನ (theoretical inference)
ತಲ (surface, plane)
ತಲಾಕ್ಷ (horizontal axis)
ತಿರುಪು (thread), ಸ್ಕ್ರೂವಿನ
ತೋಲ (equilibrium)
ತೋಲ, ಸಮ, ವಿಷಮ, ತಟಸ್ಥ (stable, unstable, neutral equilibrium)
ತೋಲಸ್ಥಿತಿ (state of equilibrium)
ತುಷಾರ (dew)
ತುಷಾರ ಬಿಂದು (dew point)
ತ್ರಿವಿಸ್ತೃತಿ (three dimension)

ದ

ದರ್ಶಕ (pointer)
ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ (mass), ತೂಕ
ದಶಕ ಪದ್ಧತಿ (metric, decimal system)
ದ್ರವ (liquid)
ದ್ರವೀಕರಣ (liquefaction)
ದ್ರವದ ಮೇಲ್ಮೈ (surface of—)
ದ್ರವದ ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿನ ಎಳೆತ (surface tension)
ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ, ಚರ, ಸ್ಥಿರ (mass—moving, stationary)
ದ್ರವೋದ್ಧಾರನಾಳ (siphon), ಸೈಫನ್
ದೃಷ್ಟ (visible)
ದೂರದರ್ಶಕ (telescope)
ದೂರಭಾಷಿಣಿ (telephone)
ದ್ರುತಿ (speed)
ದರ್ಪಣ (mirror)
,, ಸಮತಲ (plane—)
,, ಗೋಲೀಯ (spherical—)
,, ವರ್ತುಲ (curved—), ವಕ್ರ
,, ಪರವಲಯ (parabolical—)
,, ಉನ್ನತ ಗೋಲೀಯ (convex—)
,, ನಿಮ್ನಗೋಲೀಯ (concave—)

ದ್ವಿಗುಣ (double)
ದೃಷ್ಟಿರಿಂದ್ರಿಯ (eye)
ದೃಷ್ಟಿರಿಂದ್ರಿಯದ ಅಂತಃಪರೀಕ್ಷಕ (opthal-moscope)
ದಿಕ್ಪಾತ (declination)
ದಾರ್ಢ್ಯತೆ (rigidity)
ದೃಗ್ಬಿಂದು (optic centre)
ದಿಕ್-ಸ್ಥಾನ-ನಿರ್ದೇಶ (navigation)
ದಿಕ್ಪರಿವರ್ತಕ (commutator)
ದಿಷ್ಟಕಾರಕ (rectifier)

ಧ

ಧನ (positive), ಚಾರ್ಜು, ಅಯಾನುಕಣ, ವಿದ್ಯುದಂಶ......
ಧ್ರುವ (pole)
ಧ್ರುವೀಕರಣ (polarisation)
ಧಾತು (element)

ನ

ನಿಖರ (accurate), –ತೆ
ನಿರ್ವಚನ (definition)
ನಿರ್ಬಂಧ (restriction), –ಧಿತ
ನಿರಪೇಕ್ಷ (absolute)
ನಿರಪೇಕ್ಷ ಶೂನ್ಯ ಡಿಗ್ರಿ (absolute zero)
ನಿರಸನ (repulsion)
ನಿರ್ವಾತ ಪ್ರದೇಶ (vacuum)
ನಿಡುಗಂಡಿ (slit)
ನೋದಕ (propeller)
ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ (neutron)
ನೈಟ್ರೊಜನ್ (nitrogen)
ನಾಳ, ನಳಿಗೆ (tube)
ನಿಸರ್ಗ (Nature)
ನಾಟ್ಯದೂರದರ್ಶಕ (opera glass)

ಪ

ಪದಾರ್ಥ (matter)
,, ದ ರಚನೆ (constitution of—)
,, ಹಂಚಿಕೆ (distribution of—)
ಪದಾರ್ಥದ ಸಾಂದ್ರತೆ (density of—)
ಪರಮಾಣು (atom—)
,, ಗಾತ್ರ (size of—)
,, ತೂಕ (mass of—)
,, ಬೀಜ (nucleus of—)
,, ರಚನೆ (structure of—)
,, ಶಕ್ತಿ (atomic energy)
,, ಬಾಂಬು (atom bomb)
ಪರಮಾಣು ಬೀಜಗಳ ವಿದಲನ (fission of—)
,, ಸಮ್ಮಿಲನ (fusion of—)
ಪರಮಾಣು ಒಟ್ಟಿಲು (atomic pile)
ಪರಮಾಣು ಯುಗ (,, age)
ಪರಮಾಣ್ವಂಕ (atomic number)
ಪರಿಣಾಮ (effect)
ಪರಿಣತ (affected)
ಪರಿಪಥ (circuit)
ಪರವಲಯ (parabola)
ಪಟಲ (film)
ಪ್ರಸಾರ (propagation)
ಪ್ರಯೋಗ (experiment)
ಪ್ರಯೋಗ, ಬಲದ (application of force)
ಪ್ರವಣ (gradient)
ಪ್ರತಿಭಾನ (intuition)
ಪ್ರತಿಫಲನ (reflection)
,, ನಿಯಮ (law of—)
,, ಆಂತರಿಕ (internal—)
ಪೂರಕ (complementary)
ಪ್ಲಾವನ, ತೇಲುವಿಕೆ (buoyancy)
ಪ್ರಧಾನಾಕ್ಷ (principal axis)
ಪರಿಪಥ (circuit)
ಪ್ರವಾಹ (current), ಏಕಮುಖ (direct—)
,, ಪರ್ಯಾಯ (alternate—), ಆವರ್ತ
ಪುನರ್ಹಿಮಾಯನ (regelation)
ಪಥಚಲನ (march)
ಪರಿದರ್ಶಕ (periscope)
ಪಾರದರ್ಶಕ (transparent)

ಪಾರಗಮನ, ಪ್ರೇಷಣ (transmission)
ಪಟ್ಟಿ (band)
ಪ್ರಕ್ಷೇಪಿಸು (project)
ಪ್ರಭಾವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶ (photo-electric cell)
ಪ್ರಭಾವಿದ್ಯುತ್ಪರಿಣಾಮ (photo-electricity)
ಪರಿಭಾಷೆ (code)
ಪ್ರಧಾನ ಸುರುಳಿ (primary coil)
ಪ್ರತಿದೀಪ್ತಿ (fluorescence)

ಫ

ಫಲಿತ (resultant)
ಫುಟ್ (foot)
ಫುಟ್ ಪೌಂಡಲ್ (foot poundal)
,, ಪೌಂಡ್ (foot pound)
ಫ್ರಾನ್‌ಹೋಫರ್ (Fraunhofer)
ಫೀಲ್ಡ್‌ವಾದ (field theory)
ಫ್ಲೈವೀಲ್ (flywheel)

ಬ

ಬಲ (force)
ಬಲಪ್ರಯೋಗ (application of—)
ಬಲಯುಗ್ಮ (couple of—)
ಬಲಭ್ರಾಮ್ಯ (moment of a force)
ಬಲಯುಗ್ಮ ಭ್ರಾಮ್ಯ (moment of a couple)
ಬಾಷ್ಪ (vapour)
ಬಾಷ್ಪೀಭವನ (vapourisation)
ಬಿಂಬ (image)
ಬಿಂಬಗ್ರಾಹಿ (camera)
ಬಿಂಬ, ಅವಾಸ್ತವ (virtual image)
ಬಿಂಬ, ವಾಸ್ತವ (real image), ಯಥಾರ್ಥ
ಬೆಳಕು (light)
ಬೆಳಕಿನ ವರ್ಷ (light year)
ಬಂಧಕಶಕ್ತಿ (binding energy)
ಬ್ರೌನ್, ರಾಬರ್ಟ್ (Brown, Robert)
ಬ್ರೌನಿನ ಚಲನೆ (Brownian motion)
ಬೆಟರಿ (battery)
ಬ್ರಿಟಿಶ್ ಥೆರ್ಮಲ್ ಯೂನಿಟ್ (B. Th. U.)
ಬಿ.ಟಿ.ಯು. (B. T. U.)
ಬಲಗೈ ನಿಯಮ (right-hand rule)
ಬ್ರಶ್ (brush)

ಭ

ಭಾರ (weight)
ಭಾರ, ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ (load, resistance)
ಭಾರಹೀನತೆ (weightlessness)
ಭಾರದೂರ (load arm)
ಭಾರತರ ನೀರು (heavy water)
ಭ್ರಾಮ್ಯ (moment)
ಭೂತಕನ್ನಡಿ (magnifying glass)
ಭೂಸಂಪರ್ಕ (earthing)
ಭೂಕಂಪನ ಲೇಖಕ (seismograph)

ಮ

ಮೈಲ್ (mile)
ಮೀಟರ್ (metre)
ಮೈಕ್ರೋಮೀಟರ್ (micro-metre)
ಮಿಲ್ಲಿ ($\frac{1}{1000}$, milli-)
,, ಗ್ರ್ಯಾಂ, ಮೀಟರ್, ಲೀಟರ್, ಇತ್ಯಾದಿ
ಮೈಕ್ರೋ ($\frac{1}{1000000}$) (micro–) ಗ್ರ್ಯಾಂ, ಇತ್ಯಾದಿ
ಮೂಲಕಣ (fundamental particle)
ಮೆಸಾನ್ (meson)
ಮುಳುಗುಗೋಲ (bathysphere)
ಮೇಲ್ಮುಖ (upward)
ಮಂದ್ರಸ್ವರ (low pitch)
ಮಳೆಬಿಲ್ಲು (rainbow) (ಕಾಮನಬಿಲ್ಲು)
ಮುಪ್ಪಟ್ಟಿಕೆ (prism), ಪ್ರಿಸ್ಮ್
ಮೂಲಧಾತು (element)
ಮಂಡಲ, ಪರಿಪಥ (circuit)
ಮಾಧ್ಯಮ (medium)
ಮೈಕೆಲ್ ಫೆರಡಿ (Michael Faraday)
ಮೋರ್ಸ್ ಕೋಡ್ (Morse code)

ಮೇಸರ್ (maser)
ಮಾಣಿಕ್ಯ (ruby)
ಮೇಟ್ರಿಕ್ಸ್ (matrix)

ಯ

ಯೌಗಿಕ (compound)
ಯಂತ್ರ (machine)
ಯಂತ್ರ, ಸುಲಭ (simple—)
ಯತ್ನ (effort, power)
ಯತ್ನದೂರ (effort arm)
ಯಂತ್ರದ ಭಾರ (load, resistance)
ಯಂತ್ರದ ಭಾರದೂರ (load arm)
ಯತ್ನ ಪ್ರಯೋಗ(application of effort)
ಯಾಂತ್ರಿಕಲಾಭ (mechanical advantage)
ಯಾಂತ್ರಿಕ ಸಾಮ್ಯ (mechanical equivalent), ಉಷ್ಣದ
ಯವ (lens)
,, ಗೋಲೀಯ (spherical—)
,, ಉನ್ನತ ಗೋಲೀಯ (biconvex—)
,, ನಿಮ್ನಗೋಲೀಯ (biconcave—), ಅವನತ
,, ಸಮೋನ್ನತ, ಸಮನಿಮ್ನ (plano-convex, concave—)
ಯವದ ಸಂಗಮಬಿಂದು (focus of—)
,, ದೃಗ್ಬಿಂದು (optic centre)
,, ಅಕ್ಷ (principal axis of—)

ರ

ರಾತ್ಲು (lb, libra)
ರಿಕಾಪು (knife edge)
ರಸ (mercury)
ರಸಭಸ್ಮ (mercuric oxide)
ರೂಪ (state) (ಘನ, ದ್ರವ, ಅನಿಲ)
ರಾಟೆ (pulley), ಕಪ್ಪಿ
,, ಸ್ಥಿರ (fixed—)
,, ಚರ (movable—)
ರಾಕೆಟ್ (rocket)
ರೇಚಕ ಯಂತ್ರ (exhaust pump), ಪಂಪು

ಲ

ಲೋಹ (metal)
ಲೋಮನಾಳ (capillary)
ಲೋಮನಾಳೋದ್ಧಾರ (capillary rise)
ಲೋಮನಾಳದಲ್ಲಿನ ಬಲಗಳು (capillary forces)
ಲಕ್ಷ್ಯ (target)
ಲಂಬ (perpendicular)
ಲಂಬಾಕ್ಷ (perpendicular axis)
ಲಂಬತಲ (perpendicular plane)
ಲೋಲಕ (pendulum)
ಲೋಲಕ, ಸರಳ (simple pendulum)
ಲಿಥಿಯಮ್ (lithium)
ಲೋಹತಂತು (metallic filament)
ಲೀಡನ್ ಜಾಡಿ (Leyden jar)
ಲೇಸರ್ (laser)
ಲೋಹಪಟಲ (diaphragm)

ವ

ವಸ್ತು (matter)
ವಸ್ತುವಿನ ಸ್ಥಿತಿ, ರೂಪ (state of—)
,, ರಚನೆ (structure of—)
ವರ್ತುಲ (circular)
ವಕ್ರರೇಖೆ (curve)
ವಕ್ರಿಸು (curve)
ವಕ್ರಹಾದಿಗಳ ಇಳಿಜಾರು (banking)
ವರ್ಣ, ಬಣ್ಣ (colour)
ವರ್ಣಕ (pigment)
ವರ್ಣಪಂಕ್ತಿ (spectrum)
ವರ್ಣದೃಷ್ಟಿ (colour vision)
ವರ್ಣವಿಶ್ಲೇಷಣೆ (spectral analysis)
ವಾತಾವರಣ (atmosphere), ಅಂತರಿಕ್ಷ
,, ದ ಒತ್ತಡ (atm. pressure)
ವಾಯುಭಾರಮಾಪಕ (barometer)

ವಾಹಕ (conductor), ಚಾಲಕ
,, ವಿದ್ಯುತ್, (electrical—)
,, ಉಷ್ಣ (heat—)
ವ್ಯಾಟ್ (Watt)
ವಿರಳ (less dense)
ವಿಭಜನೆ, ವಿದಲನ (fission)
ವಿಮಾನ (aeroplane)
ವಿಶಿಷ್ಟ (specific)
,, ಸಾಂದ್ರತೆ (relative density), ಸಾಪೇಕ್ಷ
,, ಭಾರ (specific gravity)
,, ಉಷ್ಣ (specific heat)
ವಿಕೀರ್ಣ (radiation)
,, ಮಾಪಕ (radiometer)
ವಿಪಥಕಾರಕ (deflector)
ವಿದ್ಯುತ್ ಚಾಲಕ, ವಾಹಕ (electrical conductor)
,, ಚಾರ್ಜು, ಅಂಶ (electric charge)
,, ಕ್ಷೇತ್ರ (electric field)
ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹ (electric current)
,, ಸತತ (direct current)
,, ಪರ್ಯಾಯ (alternate current)
,, ವಿಭವ (voltage), ವೋಲ್ಟೇಜ್, ಒತ್ತಡ
,, ನಿರಸನ (repulsion)
,, ಆಕರ್ಷಣೆ (attraction)
ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ (electro-magnet)
ವಿಲೋಮಾನುಪಾತ, ವಿರುದ್ಧಾನುಪಾತ (inverse ratio)
ವಿಕಾಸ (expansion), ರೈಖಿಕ, ವಿಸ್ತೀರ್ಣ, ಗಾತ್ರ
,, ಸೂಚಕಾಂಕ (coefficient of—)
ವಿಸ್ತೀರ್ಣ, ಸಲೆ (area)
ವಿದ್ಯುತ್‌ಸಾಂದ್ರಕ (condenser)
ವಿದ್ಯುತ್‌ಧಾರಣಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ (capacity of—)
ವೇಗ (velocity)
ವೇಗ, ಸಮ (uniform—)
ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ (acceleration)
ವೇಗಾಪಕರ್ಷ (retardation)
ವೇಗನಿರೋಧ (— do —)
ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಮಾಪಕ (accelerometer)
ವ್ಯಾಟ್‌ಮಾಪಕ (Watt-meter)
ವ್ಯಾಟ್ ಅವರ್ (Watt-hour)
ವೈದ್ಯುತ (electrical)
ವಿದ್ಯುದ್ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ (electrolysis)
ವಾದ (theory)
ವಿಸ್ತರಣ ಹೊಂದು (diffuse)
ವಿಕ್ಷೇಪಣ (dispersion)
ವಿದ್ಯುದ್ಧಾರಣಾಂಶ (electric capacity)
ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳು (electromagnetic waves)
ವಿವರ್ಧನೆ (amplification)
ವೃಕ್ಕ (kidney)
ವಿಕ್ಷೇಪಗೊಳಿಸು (deflect)
ವಿದ್ಯುನ್ನಿರೋಧ (electrical resistance)
ವಿಭಕ್ತವಲಯ (split ring)
ವಾಹಕ ತರಂಗ (carrier wave)
ವಿನ್ಯಾಸ (design)

ಶ, ಸ

ಶಕ್ತಿ, ಚೈತನ್ಯ (energy)
ಶಬ್ದ (sound)
,, ದ ಪ್ರಸಾರ (propagation of—)
,, ಸ್ಥಾಯಿ (pitch of—)
,, ಘೋಷ (intensity of—)
,, ಭಾವ (quality of—)
ಶೀತಲ (cold)
ಶೀತಲೀಕರಣ, ಕಾರಕ (cooling, coolant)
ಶೂನ್ಯ (zero)
ಶ್ರುತಿಕವಲು (tuning fork)
ಶ್ರುತಿ, ಸಮ (unison)
ಶೋಷಣ (rarefaction, absorption)

ಶೋಷಕ ಪಂಪು (exhaust pump), ರೇಚಕ
ಶೂನ್ಯಾಕಾಶ (empty space)
ಶಂಕು (cone)
ಶಂಕುಜ (conic)
ಶಂಕುವಿನ ಸೀಳು (conic section)
ಶ್ರವಣ ಸಹಾಯಕ (hearing aid)
ಶುಷ್ಕಕೋಶ (dry cell)
ಸಕ್ತತೆ (adhesion)
ಸಮತಲ (plane)
ಸಮವೇಗ (uniform velocity)
,, ಚಲನೆ, ಉತ್ಕರ್ಷ, ವೇಗ, ಧ್ರುತಿ (–motion, acceleration, velocity, speed)
ಸಮಕಲನ (integral calculus)
ಸಮತೋಲ (equilibrium)
,, ಸ್ಥಿರ, ಅಸ್ಥಿರ, ತಟಸ್ಥ (stable, unstable, neutral—)
,, ಕಾರಕ (equilibrant)
ಸದ್ದು (noise)
ಸನ್ನೆ (lever)
,, ಯ ವರ್ಗ (order of—)
,, ಯ ಸೌಲಭ್ಯ (leverage)
ಸಲೆ, ವಿಸ್ತೀರ್ಣ (area)
ಸಮಸ್ಥಾನೀಯ, ಐಸೋಟೋಪು (isotope)
ಸಲಾಕೆ (crowbar)
ಸರಳ (straight)
ಸರಳಲೋಲಕ (simple pendulum)
ಸಮಾನಾಂತರ (parallel)
ಸರಪಣಿಕ್ರಿಯೆ (chain reaction)
ಸಾರಜನಕ (nitrogen)
ಸಾಮರ್ಥ್ಯ, ಯಾಂತ್ರಿಕ (power)
ಸಾಪೇಕ್ಷವಾದ (theory of relativity)
ಸಾಪೇಕ್ಷ (relative)
,, ಸಾಂದ್ರತೆ (—density)
,, ಭಾರ (specific gravity)

ಸಾಂದ್ರತೆ (density)
ಸಾಂದ್ರೀಕರಣ (condensation)
ಸ್ಥಿರ (stable)
ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕ (elastic)
,, ಗುಣ (elasticity)
,, ಮಿತಿ (elastic limit)
ಸುರುಳಿ, ಸರ್ಪಿಲಿ (spiral)
ಸೂತ್ರ (law)
ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ (microscope)
ಸ್ಕ್ರೂ, ತಿರುಗಣೆ (screw)
ಸ್ಕ್ರೂವಿನ ತಿರುಪು (thread of—)
,, ತಿರುಪುಗಳ ಅಂತರ (pitch of—)
ಸೈಕ್ಲೋಟ್ರಾನ್ (cyclotron)
ಸೌರ (solar), ಶಕ್ತಿ, ವಿಕಿರಣ (—energy, radiation)
ಸಂಕೋಚ (contraction)
ಸಂಪಾತ (impact, collision)
ಸಂಪರ್ಕ (contact)
ಸಂತೃಪ್ತ (saturated)
ಸ್ಥಳಾಂತರ (displacement)
ಸ್ಪಂದನ (vibration)
,, ಸಂಖ್ಯೆ (frequency of—), ಆವೃತ್ತಿ
,, ಪಾರ (amplitude of—)
,, ಆವೃತ್ತಿ (frequency of—)
,, ಸ್ಥಾಯಿ (pitch of—)
ಸ್ವನ (musical sound)
ಸುಷಿರವಾದ್ಯ (wind instrument)
ಸನ್ನದ್ಧವಾದ್ಯ (percussion)
ಸ್ಕೇಲ್ (scale)
ಸ್ವಯಂವೇದ್ಯ (axiom)
ಸೆಂಟಿ (centi, $\frac{1}{100}$)
,, ಗ್ರ್ಯಾಂ (centigram)
,, ಮೀಟರ್ (centimetre)
,, ಲೀಟರ್ (centilitre)
ಸ್ವಯಂಪ್ರಭಾ ಚಟುವಟಿಕೆ (radio-activity)

ಸ್ಫಟಿಕ (quartz)
ಸೂಕ್ಷ್ಮ (accurate)
ಸ್ಥೂಲ (approximate)
ಸ್ಥಾನಪಲ್ಲಟ (displacement)
ಸಿಡಿಮದ್ದು (gunpowder)
ಸಾಂದ್ರಕ, ವಿದ್ಯುತ್ (condenser)
ಸ್ವರ್ಣ ಪತ್ರಕ (gold leaf)
,, ವಿದ್ಯುದ್ದರ್ಶಕ (gold leaf electroscope)
ಸವಿರಾಮ ಪ್ರವಾಹ (intermittent current)
ಸಂಪರ್ಕ ವಿಛೇದಪ್ರವಾಹ (make and break current)
ಸಂಸಕ್ತ (coherent)
ಸೈಕ್ಲೋಮೀಟರ್ (cyclometer)

ಹ

ಹನಿಸು (condense)
ಹಿಮ (ice)
ಹೆಪ್ಪುಗಟ್ಟು (freeze)
ಹುಂಡು (drop)
ಹೀಲಿಯಂ (helium)
ಹಿಗ್ಗು (expand)
ಹೈಗೆನ್ಸ್, ಕ್ರಿಶ್ಚಿಯನ್ (Huyghens, Christian)
ಹೈಡ್ರೋಜನ್, ಜಲಜನಕ (hydrogen)

ಕ್ಷ

ಕ್ಷಿತಿಜ (horizon)
,, ಅಕ್ಷ (horizontal axis)
,, ತಲ (,, plane)
,, ರೇಖೆ (,, line)
X-ಕಿರಣಗಳು (ಕ್ಷ-ಕಿರಣಗಳು), (X-rays)
ಕ್ಷಣದೀಪ (flash light)

ಗೀತಾ ಬುಕ್ ಹೌಸ್, ಪ್ರಕಾಶಕರು, ಮೈಸೂರು-1

ರೂ. 5.00